I-V400 & SOLAR I-V

Benutzerhandbuch

HT Instruments GmbH
Am Waldfriedhof 1b
41352 Korschenbroich
Tel: 02161-564 581
Fax: 02161-564 583

info@HT-Instruments.de
www.HT-Instruments.de

© Copyright HT 2010

DE 1.04 - 28/12/2011

Inhalt:

1. SICHERHEITSMASSNAHMEN UND -VERFAHREN 5
1.1. Vorbemerkungen 5
1.2. Bei der Messung 6
1.3. Nach der Messung 6
1.4. Messklassendefinition - Überspannungskategorie 6
2. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG 7
2.1. EINFÜHRUNG 7
2.2. Messgeräteigenschaften 7
3. VORBEREITUNGEN 8
3.1. KONTROLLE VOR Erstgebrauch 8
3.2. Stromversorgung 8
3.3. Kalibration 8
3.4. Lagerung 8
4. MESSGERÄTBESCHREIBUNG 9
4.1. Front- und Seitenansicht 9
4.2. Bedientastenbeschreibung 10
4.3. Displayanzeigen-Beschreibung 10
4.4. Startbildschirm 10
5. HAUPTMENÜ 11
5.1. SET - oder Konfigurations-Einstellungen 11
5.1.1. Allgemeines 11
5.1.2. Messwerteinheiten 12
5.1.3. Datum & Uhrzeit 12
5.1.4. Externe Datenlogger (Remote / Solarmeter) 13
5.1.5. Einstrahlungsgrenzwert einstellen 14
5.1.6. DC Strommesszange (nur SOLAR I-V) 14
5.2. EFF–EINSTELLUNGEN PV WIRKUNGSGRADMESSUNG (NUR SOLAR I-V) 15
5.2.1. Einstellungen für Systeme mit einem einzigen MPPT – 1 Phase AC 15
5.2.2. Einstellungen PV System mit single/multi MPPT Wechselrichter 1 / 3 Phasen AC Einspeisung 17
5.2.3. Auswahl der Berechnungsgrundlage für den Wirkungsgrad (nur SOLAR I-V) 20
5.3. DB – Moduldatenbank 21
5.3.1. Definition eines neuen PV Moduls in der Datenbank 22
5.3.2. Datenbank-Kenndatenänderung eines PV Moduls 23
5.3.3. Datenbank-Kenndaten Löschung eines PV Moduls 23
6. MESSUNGEN DURCHFÜHREN 24
6.1. PV Anlagen testen (nur SOLAR I-V) 24
6.1.1. Messungen an PV Systemen mit einem MPPT & 1 Phasen AC Strom Einspeisung. 25
6.1.2. Messung an PV Systemen mit ein oder mehreren MPPT / 1 - oder 3 Phasen AC Einspeisung 30
6.2. I-U Kennlinienmessung 36
6.2.1. PV Module / Stings testen (I-U Kennlinienmessung) 36
6.2.2. PV Module / Strings testen (U-I Kennlinienmessung) mit dem SOLAR-02 40
6.2.3. Messwerteerklärung 50
6.2.4. Reihen- oder Serienwiderstand Rs 51
6.3. Schnelltest an PV-Modulen und Strings (IVCK) 54
6.3.1. Allgemeine Informationen 54
6.3.2. Voreinstellungen 55
6.3.3. Schnelltest IVCK ohne Einstrahlungsmessung 56
6.3.4. Schnelltest IVCK mit Einstrahlungsmessung 58
6.3.5. RESET Mittelwert 60
6.4. Liste der Displaymeldungen 61
7. DATENABSPEICHERUNG 63
7.1. Abspeicherung der PV Anlagen Prüfergebnisse (nur SOLAR I-V) 63
7.2. Abspeichern der I-U Kennlinien-Prüfergebnisse 63
7.3. Messergebnisse verwalten 64
7.3.1. Abruf der der PV Eff Ergebnisse ins Display (nur SOLAR I-V) 64
7.3.2. Abruf der I-U Kennliniendaten aufs Display 65
7.3.3. Daten löschen 68

8. ANSCHLUSS AN EINEN PC COMPUTER....69
9. INSTANDHALTUNG....70
9.1. Allgemeines....70
9.2. Batteriewechsel....70
9.3. Messgerätreinigung....70
9.4. Entsorgung der Messgeräte....70
10. TECHNISCHE DATEN....71
10.1. Technische Daten der EffIzienz/ Leistungsmessung (SOLAR I-V)....71
10.2. Technische Daten der I-U Kennlinienmessung....72
10.3. Technische Sicherheitsdaten....73
10.3.1. Allgemeines....73
10.4. Allgemeine Eigenschaften....73
10.5. Betriebsbedingungen....73
10.6. Zubehör....74
10.7. Optionales Zubehör I-V400....74
10.8. Optionales Zubehör Solar I-V....74
11. ANHANG....75
11.1. Theoretische Aspekte der Strom-Spannungs Kennlinienmessung....75
11.1.1. Theoretische Aspekte der Rs Messung....75
11.2. Anmerkung zum MPPT (Maximum Power Point Tracking)....75
12. SERVICE....77
12.1. Garantieleistungen....77
12.2. Kundendienst....77

1. SICHERHEITSMASSNAHMEN UND -VERFAHREN

Wenn nicht anders angegeben, gilt die Bezeichnung "Messgerät" gleichermaßen für die Modelle I-V400 und SOLAR I-V.
Dieses Messgerät entspricht der IEC/EN 61010-1 Norm für elektronische Messgeräte. Bitte befolgen Sie vor und während den Messungen die folgenden Hinweise:

- Unterlassen Sie Spannungs- oder Strommessungen in feuchter Umgebung
- Nehmen Sie keine Messungen in staubhaltiger Atmosphäre, in der Nähe explosiver Gase,, Stoffe oder Kraftstoffe vor.
- Berühren Sie keine blanken Metallteile, unbenutzte Messanschlüsse, Schaltkreise, usw.
- Benutzen Sie das Messgerät nicht, wenn Sie an ihm Anomalien feststellen, wie beispielsweise Verformungen, Bruchstellen, fehlende Displayanzeige, Austritt von Batterieflüssigkeit, usw.
- Benutzen Sie ausschließlich Originalzubehör von HT

Dieses Handbuch benutzt die folgenden Symbolbilder:

VORSICHT: Befolgen Sie die Anweisungen in diesem Handbuch. Falscher Einsatz kann das Gerät und dessen Bauteile beschädigen oder eine Gefahr für den Benutzer bilden.

Vorsicht Hochspannung: Gefahr elektrischer Schläge!

Gerät mit doppelter Isolation

Gleichspannung bzw. Gleichstrom (DC)

Wechselspannung bzw. Wechselstrom (AC)

Erdpotential

1.1. VORBEMERKUNGEN

- Dieses Messgerät ist zum Einsatz unter den im § 10.6. angeführten Umfeld-bedingungen geeignet. Sehen Sie davon ab, es unter davon abweichenden Bedingungen einzusetzen.
- Es kann zur **SPANNUNGS-** und **STROMMESSUNGEN** in CAT II bis 1000 V DC oder in CAT III bis 300 V gegen Erdpotential benutzt werden. Benutzen Sie das Gerät nicht in Systemen mit höheren als den in § 10.1 und §10.2 angegebenen Grenzwerten.
- Befolgen Sie bitte auch die üblichen Sicherheitsvorschriften zu Ihrem eigenen Schutz vor gefährlichen Strömen und zum Schutz des Messgeräts vor Fehlbenutzung.
- Nur die Benutzung des mit dem Messgerät gelieferten Zubehörs bietet Gewähr für Übereinstimmung mit den Sicherheitsvorschriften. Achten Sie auf einwandfreien Zustand des Zubehörs und wechseln es im Fall von Beschädigung gegen neues Originalzubehör aus.
- Kontrollieren Sie bitte, ob die Batterien richtig gepolt eingesetzt sind.
- Nehmen Sie keine Messungen in Anlagen vor, die die vorgeschriebenen Strom- und Spannungsgrenzwerte überschreiten.
- Vor Anschluss der Messleitungen an die zu prüfende Anlage stellen Sie sicher, dass die richtige Funktion ausgewählt ist.

1.2. BEI DER MESSUNG

Vor der ersten Messung lesen Sie bitte die folgenden Hinweise:

VORSICHT

- Nichtbeachtung der Sicherheitsvorschriften und Vorsichtshinweise kann das Messgerät beschädigen oder den Bediener in Gefahr bringen.
- Das Symbol "[■■■■■]" zeigt den Batterieladezustand an. Fünf Striche bedeuten vollgeladene Batterien. Wenn kaum noch "[□□□□□]" Striche angezeigt werden, sind die Batterien fast leer und sollten umgehend durch frische Batterien ersetzt werden. Genauere Angaben zum Batteriewechsel finden Sie in § 9.2.
  Beim Batteriewechsel gehen die Messdaten NICHT verloren!

1.3. NACH DER MESSUNG

Zur Beendigung der Messungen schalten Sie bitte das Messgerät ab, indem Sie die ON/OFF Taste so lange drücken, bis die Displayanzeige verschwindet. Bei längerem Nichtgebrauch wird empfohlen, die Batterien herauszunehmen (siehe § 3.4).

1.4. MESSKLASSENDEFINITION - ÜBERSPANNUNGSKATEGORIE

Die Norm EN61010-1 (Sicherheitsanforderungen) für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, Teil 1: Allgemeine Anforderungen) definiert, was eine Messkategorie (üblicherweise Überspannungskategorie genannt) bedeutet. Unter Absatz 6.7.4: Messung von Stromkreisen, steht:

- **Messkategorie IV** steht für Messungen, die an der Einspeisung einer Niederspannungsinstallation vorgenommen werden.
  Beispiele hierfür sind elektrische Messgeräte und Messungen an primären Schutzeinrichtungen gegen Überstrom.
- **Messkategorie III** steht für Messungen, die an Gebäudeinstallationen durchgeführt werden.
  Beispiele sind Messungen an Verteilern, Unterbrecherschaltern, Verkabelungen einschließlich Leitungen, Stromschienen, Anschlusskästen, Schaltern, Steckdosen in festen Installationen und Geräte für den industriellen Einsatz sowie einige andere Geräte wie z.B. stationäre Motoren mit permanentem Anschluss an feste Installationen.
- **Messkategorie II** steht für Messungen an Stromkreisen, die direkt an Niederspannungsinstallationen angeschlossen sind.
  Beispiele hierfür sind Messungen an Haushaltsgeräten, tragbaren Werkzeugen und ähnlichen Geräten.
- **Messkategorie I** steht für Messungen, die an Stromkreisen durchgeführt werden, die nicht direkt an das Hauptnetz angeschlossen sind.
  Beispiele hierfür sind Messungen an Stromkreisen, die nicht vom Hauptnetz abzweigen bzw. speziell (intern) abgesicherte, vom Hauptnetz abzweigende Stromkreise. Im zweiten Fall sind die Transienten-Belastungen variabel; aus diesem Grund erfordert die Norm, dass die Transientenfestigkeit des Geräts dem Benutzer bekannt sein muss.

2. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

2.1. EINFÜHRUNG

Das SOLAR I-V dient zur kompletten Prüfung von Einphasen- (und zusammen mit dem optionalen Multistring Adapter MPP300 auch für Dreiphasen-) Photovoltaikanlagen, zur Ermittlung des Wirkungsgrads des Wechselrichters und auch zur Ermittlung der Strom-Spannungs- bzw. I-U-Kennlinie von PV-Modulen und Strings bis 1000V/10A DC. Das Messgerät ist daher auch eine Ideallösung zur Fehlersuche in PV-Anlagen.

2.2. MESSGERÄTEIGENSCHAFTEN

Das Messgerät eignet sich für:

Messungen an Einphasen PV Anlagen (EFF-Wirkungsgrad nur mit SOLAR I-V)

- Gleich (DC)- oder Wechselspannungs (AC)-Effektivwertmessung
- DC/AC Leistungsmessung
- Einstrahlungsmessung [W/m^2] mit Referenzzelle und dem Datenlogger SOLAR-02
- Temperaturmessung am PV-Modul und der Umgebungstemperatur mit PT300N
- Sofortige Testergebnisanzeige in Form von ok / Nicht ok
- Messungen mit programmierbaren Messintervallen von 5sec bis 60 Minuten.

Messungen an Ein-/Dreiphasen PV Anlagen (nur mit SOLAR I-V + MPP300 Adapter]

- Messung von DC Spannungen und Strömen (1, 2 oder 3 Kanäle)
- DC Leistungsmessung an Strings und der Gesamtanlage
- Messung von AC -Spannungen und –Strömen (j1, 2 oder 3 Phasen)
- Wechselstrom-Leistungsmessung der Gesamtanlage
- Einstrahlungsmessung [W/m^2] mit Referenzzelle und dem Datenlogger SOLAR-02
- Temperaturmessung am PV-Modul und der Umgebungstemperatur mit PT300N
- Sofortige Testergebnisanzeige in Form von ok / Nicht Ok
- Messungen mit programmierbaren Messintervallen (Integrationsdauer) von 5s bis 60 Minuten

Strom-Spannungs-Kennlinienmessung

- Strom- Leistungs- & Spannungsmessung des PV Moduls/Strings bis max. 1000V DC/10A
- Temperaturmessung eines Moduls oder Strings
- Einstrahlungsmessung [W/m^2] unter Verwendung einer Referenzelle HT304
- Messung der max. DC Ausgangsleistung des PV Moduls/String
- Überprüfung des Einstrahlungswinkel mit einem Inklinometer (Neigungsmesser)
- Kurzschlussstrom Isc und Leerlaufspannung Uoc des Solarmoduls
- Peakleistung Pmax des Solarmoduls
- Numerische und graphische Darstellung der I-U-KENNLINIE
- Vergleich & Umrechnung der Messergebnisse auf Standard-Test-Bedingungen (STC)
- Anzeige des Gesamtergebnis der Prüfung OK/NO (OK/NEIN)
- Messung des Serienwiderstandes Rs der Solarmodule
- Interne programmierbare Datenbank für die Kenndaten von bis zu 30 PV Modulen
- Interner Speicher zur Speicherung bis zu 200 Prüfergebnissen
- Optische/USB Schnittstelle für PC Verbindung

Quick Check (IV-CHECK)

- Schnelltest (Uoc & Isc) an PV Modulen //Strings bis max. 1000V DC / 10A DC
- Sofortige Bewertung des Messergebnis OK/NO (OK/NEIN)

Die Messgeräte haben einen innovativen elektronischen Funktions-Wahltaster für eine einfache Einstell-Bedienung der Messfunktionen und Parameter, ein Hintergrund-beleuchtetes Display und eine HILFE-Taste, um dem Anwender eine schnelle und einfache Hilfe während des Einsatzes des Messgerätes mit den Anlagen zu geben.

3. VORBEREITUNGEN

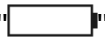
3.1. KONTROLLE VOR ERSTGEBRAUCH

Elektronik und Mechanik des Messgeräts wurden im Werk sorgfältig überprüft. Trotzdem empfehlen wir vor dem Erstgebrauch eine kurze Kontrolle, um eventuelle Transportschäden festzustellen und diese sofort der Verkaufsstelle zu melden.

Sie sollten auch nachsehen, ob die Lieferung alle in § 10.7 angeführten Teile enthält. Sollte ein Rückversand erforderlich sein, gehen Sie bitte entsprechend den Hinweisen in § 12 vor.

3.2. STROMVERSORGUNG

Das Instrument ist Batterieversorgt, Batterie Type und Lebensdauer finden Sie im § 10.5.

Das Symbol " " zeigt den Batterieladezustand an. Fünf Striche bedeuten vollgeladene Batterien. Wenn nur noch zwei "  " Striche angezeigt werden, sind die Batterien fast leer und sollten umgehend durch frische ersetzt werden. Genauere Angaben zum Batteriewechsel finden Sie in § 9.2.

Beim Batteriewechsel gehen KEINE Messdaten verloren!

Da die Displaybeleuchtung bei Sonnenlicht nicht erforderlich ist, muss sie erforderlichenfalls durch Drücken der Taste eingeschaltet werden. Sie erscheint nur, wenn die Batterie noch ausreichend geladen ist und schaltet sich nach ca. 30 Sekunden wieder ab.

Häufige Nutzung der Displaybeleuchtung verkürzt die Batterielebensdauer.

3.3. KALIBRATION

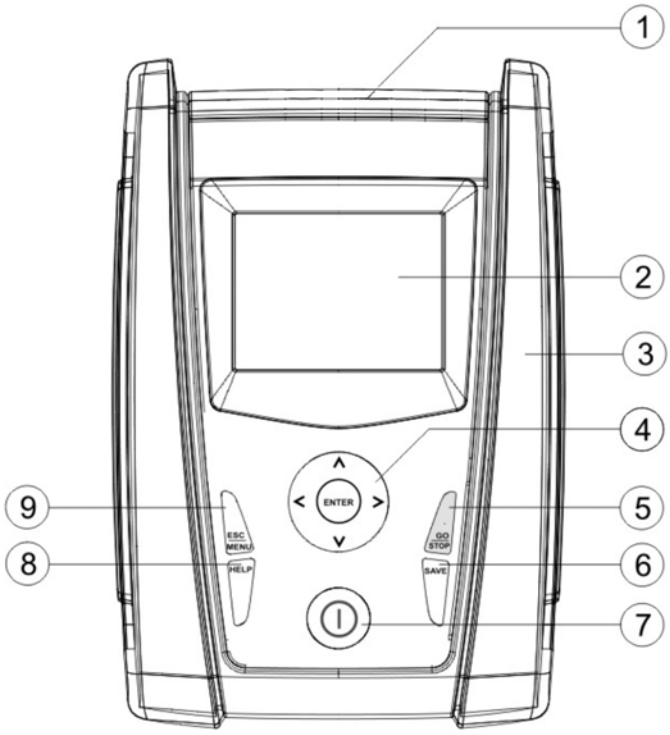
Die Messgenauigkeit ist aus der Spezifikation in dieser Anleitung ersichtlich. Sie wird ab Kaufdatum für die Dauer von 12 Monaten garantiert.

3.4. LAGERUNG

Falls das Gerät längere Zeit unter extremen Umweltbedingungen gelagert wurde, warten Sie bitte ab, bis es sich wieder an normale Bedingungen angepasst hat, um genaue Messwerte zu garantieren (siehe § 10.6).

4. MESSGERÄTBESCHREIBUNG

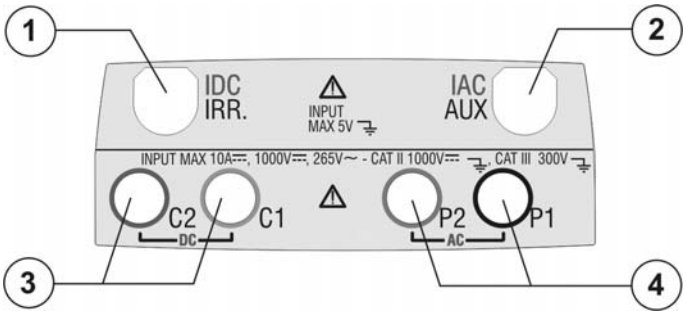
4.1. FRONT- UND SEITENANSICHT



Lage der Bedienelemente

1. Kabel- und Sondenanschlüsse
2. Display
3. PC-Anschluss USB
4. Pfeil- und **ENTER** Tasten
5. **GO/STOP** Messtaste
6. **SPEICHER-**Taste
7. **ON/OFF** Ein-/Ausschalter
8. **Hilfe-** und Beleuchtungs Taste
9. **ESC/MENÜ** Taste

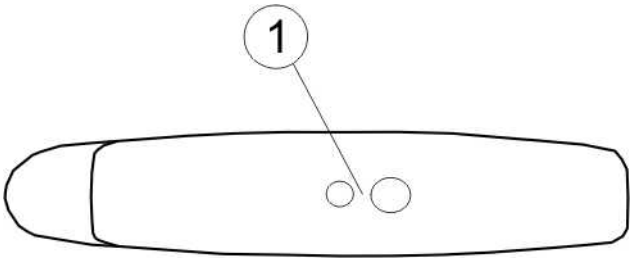
Abb. 1: Frontansicht



Lage der Anschlussbuchsen

1. Anschluss für Referenzzelle (Modell HT304 oder DC-Strommesszangen (nur SOLAR I-V).
2. Anschluss für Temperatursonde PT300N oder AC-Strommesszange (nur SOLAR I-V)
3. C1, C2 Anschluss für Strom- und Spannungs- Messleitungen oder Spannungsmessungs-Eingänge (nur SOLAR I-V)
4. P1, P2 Anschluss für Spannungs-Messleitungen oder für Wechselspannung (nur SOLAR I-V).

Abb. 2: Sonden- und Messkabelanschlüsse im Kopfteil



Lage der Opto-Anschlussbuchsen

1. Anschlussstecker für das optoisolierte Schnittstellenkabel C2006

Abb. 3: Seitenansicht rechts

4.2. BEDIENTASTENBESCHREIBUNG

Das Bedienfeld besteht aus folgenden Tasten:

ON/OFF Ein-/Ausschalter

ESC/MENU Menüaufruf- und Esc- oder Annullier-Taste

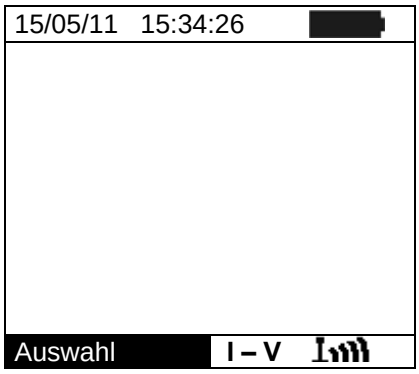
◀ ▲ ▶ ▼ Pfeiltasten zur Cursorbewegung auf dem Display
ENTER Taste zur Bestätigung der mit den Pfeiltasten angewählten Funktion oder Parameter

GO/STOP Beginn und Ende einer Messung

SAVE Taste zur Übertragung des oder der Messwert(e) in den im Gerät integrierten Speicher.

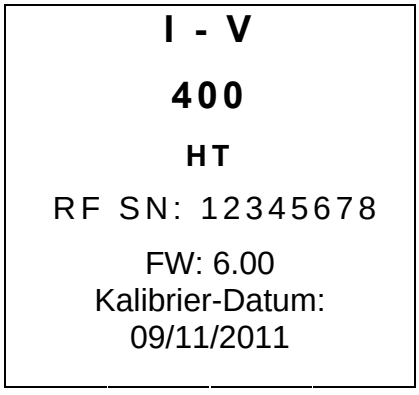
HELP Langer Druck auf diese Benutzerhilfetaste stellt auf dem Display schematisch dar, wie das Gerät zur Messung komplexer PV Modulparameter angeschlossen werden muss.
Kurzer Druck der HELP-Taste schaltet 30 s lang die Displaybeleuchtung ein.

4.3. DISPLAYANZEIGEN-BESCHREIBUNG



Es handelt sich um eine Grafikanzeige mit 128 x 128 Punkten.
Ganz oben am Display sehen Sie das Datum und die Uhrzeit (nach deren einmaliger Einstellung), sowie den Batterieladezustand.
In der untersten Zeile erscheint die jeweils angewählte Funktion, die mit **ENTER** eingeschaltet werden kann und daneben die aktuell aktive Funktion.
Bei den Modellen SOLAR-02 und MPP300 zeigt das Symbol eine aktive Funkverbindung mit der angesteuerten Fernstation an.
Wenn das Symbol blinkt, läuft die Suche nach einer Funkverbindung mit der ausgewählten Fernstation (SOLAR-02 oder MPP300).

4.4. STARTBILDSCHIRM



Nach dem Einschalten erscheint kurz der Empfangsbildschirm. Hier sehen Sie:

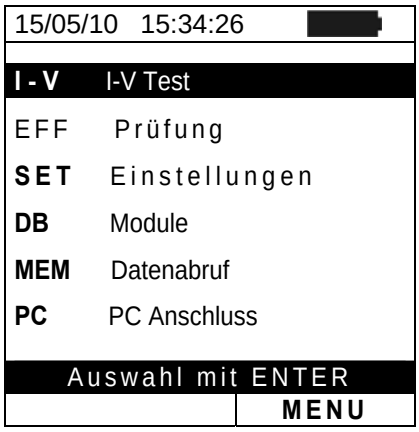
- Modellbezeichnung I-V 400 oder SOLAR I-V
- Herstellerlogo
- Internes Funkverbindungsmodul vorhanden (RF) (nur beim Modell I-V 400)
- Seriennummer (SN:) des Messgeräts
- Firmware-Version (FW:) des Messgerätes
- Letztes Kalibrierdatum: (Calibration date:)

Anschließend erscheint die zuletzt benutzte Messfunktion

5. HAUPTMENÜ

Mit der **MENU/ESC** Taste wird das Hauptmenü aufgerufen (vorausgesetzt die Batterien sind geladen). Hier können Einstellungen vorgenommen, gespeicherte Messwerte angezeigt und die benötigte Messfunktion eingeschaltet werden.
(die mit EFF bezeichnete Anzeige erscheint nur beim Modell SOLAR I-V und bedeutet Wirkungsgradmessung).

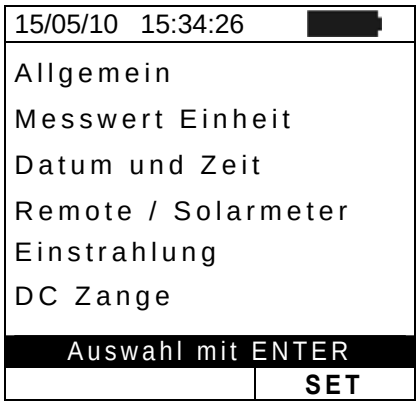
Mit den Pfeiltasten (Cursor) wählen Sie die gewünschte Funktion und bestätigen dann mit **ENTER**.



5.1. SET - ODER KONFIGURATIONS-EINSTELLUNGEN

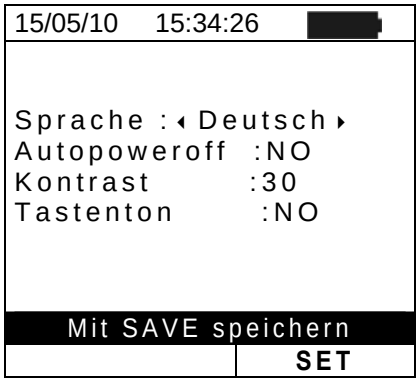
Stellen Sie den Cursor auf **SET** Einstellungen (mit den ▲,▼ Tasten) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Es erscheint der Bildschirm mit Zugriff auf die verschiedenen Messgeräteeinstellungen.

Diese Einstellungen werden automatisch gespeichert und bleiben auch nach Abschaltung des Instrumentes erhalten.



5.1.1. Allgemeines

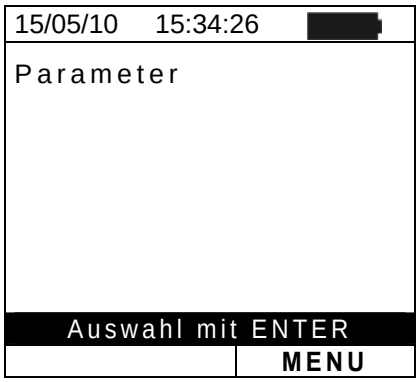
1. Stellen Sie den Cursor auf "**General**" (Allgemein) (mit den Pfeiltasten ▲,▼) und bestätigen mit **ENTER**
2. In diesem Untermenü wird eingestellt:
   - Die Anzeigesprache
   - Automatische Abschaltung der Displaybeleuchtung
   - Kontrasteinstellung
   - Akustischer Tastenton
3. Bewegen Sie den Cursor mit den Auf/Ab (▲,▼) Pfeiltasten auf den zu ändernden Untermenüpunkt und wählen dann den gewünschten Wert mit den Links/Rechts Pfeiltasten (◀,▶).
4. Bestätigen Sie nun nicht mit ENTER, sondern mit **SAVE**. Solange die Abspeicherung läuft, wird "Daten werden gespeichert" angezeigt. Drücken Sie **ESC/MENU** um das Untermenü ohne Abspeicherung zu verlassen und auf die vorhergehende Bildschirmseite zurückzukehren



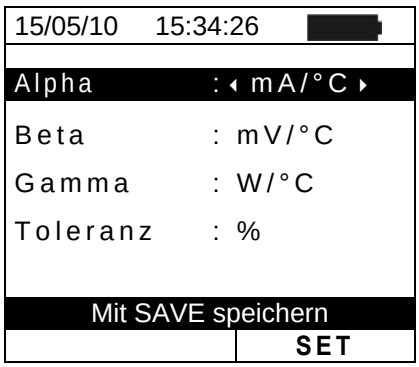
5.1.2. Messwerteinheiten

Dieser Abschnitt ermöglicht die Einstellung und Hinterlegung der Einheiten und Referenzwerte für die weitere Auswertung der Messergebnisse.

1. Stellen Sie den Cursor auf "**Messwert Einheit**" (mit den Pfeiltasten (▲,▼) und bestätigen mit **ENTER.**
2. Es erscheint nun der Bildschirm, auf dem Sie die Messwerteinheiten der vom Gerät erfassten Parameter festlegen können.
3. Drücken Sie **ESC/MENU** um dieses Untermenü ohne Änderungen zu verlassen.



4. Stellen Sie den Cursor auf "**Parameter**" (mit den Pfeiltasten ▲,▼) und bestätigen mit **ENTER.**
5. Es erscheint nun der Bildschirm, auf dem Sie die Messwerteinheiten der vom Gerät erfassten typischen Modul-Parameter ändern können:
   - Alpha →Auswahl ist hier: "%/°C" oder "mA/°C"
   - Beta→ mögliche Auswahl ist hier: "%/°C" oder "mV/°C"
   - Gamma→ mögliche Auswahl : "%/°C" oder "W/°C"
   - Toleranz→ mögliche Auswahl ist hier: "%" oder "W"
6. Wählen Sie die bevorzugte Einheit mit den Pfeiltasten (◀,▶).
7. Bestätigen Sie nun nicht mit ENTER, sondern mit **SAVE**. Solange die Abspeicherung läuft, wird "Daten werden gespeichert" angezeigt. Mit **ESC/MENU** gelangen Sie ohne Abspeicherung ins vorhergehende Menü.

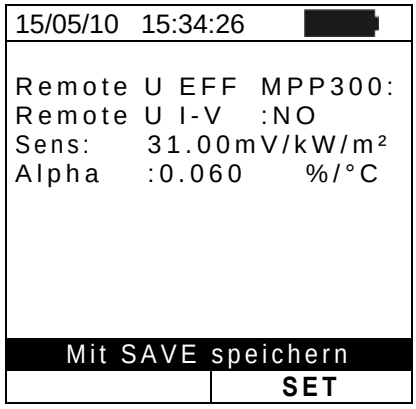


5.1.3. Datum & Uhrzeit

1. Stellen Sie den Cursor auf "**Datum/Uhrzeit**" (mit den Pfeiltasten ▲,▼) und bestätigen mit **ENTER**
2. In diesem Untermenü können Datums- und Uhrzeitanzeige entweder im europäischen Format **EUROPA (EU)** oder im USA Format **USA (US)** eingestellt werden.
3. Wählen Sie das bevorzugte Anzeigeformat mit den Pfeiltasten (◀,▶).
4. Bestätigen Sie nun nicht mit ENTER, sondern mit **SAVE**. Solange die Abspeicherung läuft, wird "Daten werden gespeichert" angezeigt.
   Mit **ESC/MENU** gelangen Sie ohne Abspeicherung ins vorhergehende Menü.

5.1.4. Externe Datenlogger (Remote / Solarmeter)

In diesem Untermenü können vorhandene Zusatzgeräte ausgewählt und die Werte (Ausgangssignal und Alpha) der mitgelieferten Referenzzelle HT304 eingestellt werden. **Die zu wählenden, auf der Referenzzellenrückseite aufgedruckten Parameterwerte richten sich nach der für die PV Module benutzten Technologie (Multi oder Mono).**



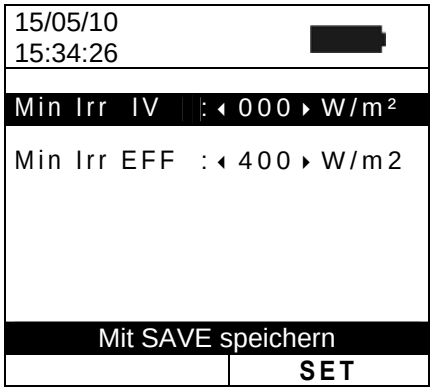
1. Stellen Sie den Cursor auf "**Remote/ Solarmeter**" (mit den Pfeiltasten ▲,▼) und bestätigen mit **ENTER**
2. In diesem Untermenü wird eingestellt:
   - **Remote U EFF:** (nur für SOLAR I-V) Auswahl der zur Prüfung der PV Anlage zu benutzenden Adapter:
     - o NO: => kein Adapter
     - o SOLAR: => SOLAR-02 Datenlogger
     - o MPP300: => MPP300 (nur SOLAR I-V)
   - ***Remote U I-V Option*** : NO/ SOLAR-02 Datenlogger Aktivieren/Deaktivieren für die Kennlinien Messungen Wenn nicht über das SOLAR-02 gemessen werden soll, bitte auf NO stellen, nun müssen die Parameter der mitgelieferten Referenzelle (in mV/kW/m²) direkt im I-V400 eingestellt werden (Sens und Alpha)
3. Diese Werte werden mit den Pfeiltasten (◀,▶) eingestellt.
4. Bestätigen Sie nun nicht mit ENTER, sondern mit **SAVE**. Solange die Abspeicherung läuft, wird "Daten werden gespeichert" angezeigt. Wenn Sie die geänderte Einstellung nicht gültig machen und nicht speichern wollen, drücken Sie statt SAVE **ESC/MENU** und gelangen ins vorhergehende Menü.

VORSICHT

Bei EFF (Wirkungsgrad) Messungen (Test von PV Systemen – nur mit SOLAR I-V), bewirkt die Deaktivierung der Remote Einstellung (NO):

- **Somit sind keine Einstrahl- und Temperaturmessungen mit dem Datenlogger SOLAR-02 möglich**
- **Ebenso keine Messwerterfassung mit MPP300 Adapter**.

5.1.5. Einstrahlungsgrenzwert einstellen



1. Stellen Sie den Cursor auf "**Einstrahlung**" (mit den Pfeiltasten ▲,▼) und bestätigen mit **ENTER.**
2. In diesem Untermenü werden eingestellt: " **Irr min IV**" d.h. den Mindestwert der mit dem I-V 400 zu messenden Einstrahlungsstärke in W/m^2 zur Ermittlung der I-U Kennlinien und den "**Irr min EFF**" (nur SOLAR I-V) d.h. den Mindestwert der zu messenden Einstrahlungsstärke in W/m^2, um mit dem SOLAR I-V den Wirkungsgrad der PV Module und PV-Anlage zu ermitteln.
3. Diese Mindestwerte wählen Sie mit den Pfeiltasten (◀,▶). Die in der vorliegenden Bedienungsanleitung angegebene Genauigkeit wird unter den in § 10.1 und §10.2 angeführten Bedingungen garantiert. Zur Ermittlung der I-U Kennlinien können Einstrahlwerte zwischen **0 ÷ 800 W/m^2** eingestellt werden, während zur Wirkungsgradkontrolle (EFF) mit dem SOLAR I-V Messwerte von mindesten **400W/m²** benötigt werden.
4. Bestätigen Sie nun nicht mit ENTER, sondern mit **SAVE**. Solange die Abspeicherung läuft, wird "Daten werden gespeichert" angezeigt. Mit **ESC/MENU** gelangen Sie ohne Abspeicherung ins vorhergehende Menü.

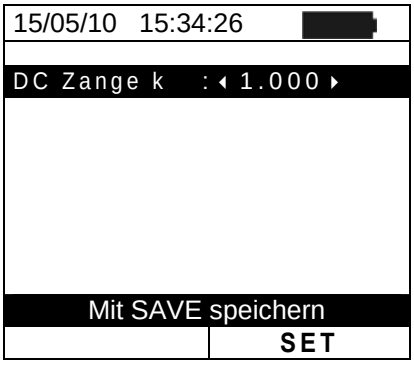
Hinweis: Wenn der Mindestwert "Min Irr IV" auf "000 W/m2" eingestellt wird, sind die I-U Messungen auch bei stark schwankenden Einstrahlungswerten und <u>ohne</u> Anschluss der Referenzzelle HT304 am IRR Eingang des Messgerätes möglich:

5.1.6. DC Strommesszange (nur SOLAR I-V)

Zur Genauigkeitsverbesserung von Gleichstrommessungen kann mit dieser Einstellung ein **möglicher** Korrekturfaktor für die Gleichstrom-Messzange eingestellt werden. Wenn für die Strommesszange ein derartiger Korrekturfaktor im Werk ermittelt wurde, ist er am rückseitigen Etikett der Zange in der Form von:

K= X.xxx

angegeben. Wenn kein Etikett vorhanden ist, stellen Sie bitte k = 1,000 ein



1. Stellen Sie den Cursor auf "**DC Zange**" (mit den Pfeiltasten ▲,▼) und bestätigen mit **ENTER.**
2. Es erscheint die Anzeige: "**DC Zange k**" am Display, wo dann der Korrekturfaktor zwischen **0.950** und **1.050** eingestellt werden kann. Diese Werte werden mit den Pfeiltasten (◀,▶) eingestellt.
3. Bestätigen Sie nun nicht mit ENTER, sondern mit **SAVE**. Solange die Abspeicherung läuft, wird "Daten werden gespeichert" angezeigt. Wenn Sie die geänderte Einstellung nicht gültig machen und nicht speichern wollen, drücken Sie statt SAVE **ESC/MENU** und gelangen ins vorhergehende Menü.

5.2. EFF–EINSTELLUNGEN PV WIRKUNGSGRADMESSUNG (NUR SOLAR I-V)

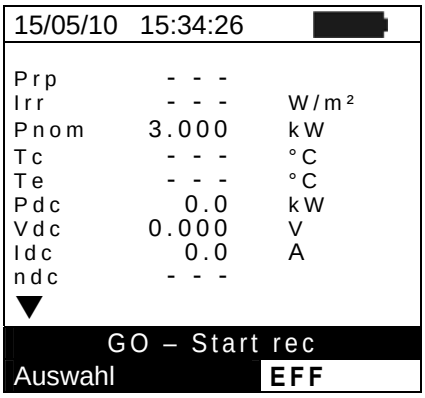
Weiter unten in dieser Bedienungsanleitung wird der **MPPT** (Multiple Power Point Tracker bzw. Lastregler) erwähnt, mit dem aus den Leistungskennlinien des DC/AC Wechselrichters (auch Inverter genannt) der Arbeitspunkt ermittelt werden kann, an dem das PV System seine optimale Gleichstromleistung liefert. Die Einzelheiten des MPPT werden im Theorieanhang **11.2** erklärt.

5.2.1. Einstellungen für Systeme mit einem einzigen MPPT – 1 Phase AC .

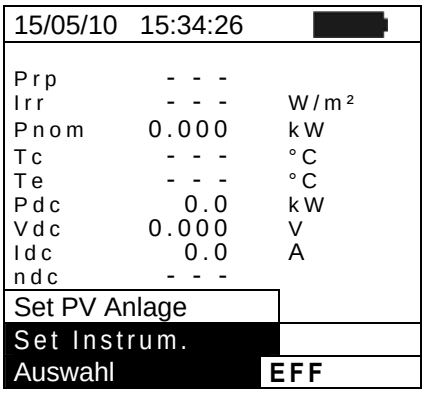
Prüfen Sie vorher die im **MENU→Einstellungen→Remote Unit/Solarmeter** vorgenommenen Einstellungen und stellen Sie sicher , dass Sie in der obersten Zeile "**Remote U EFF <SOLAR>**" eingestellt haben.

5.2.1.1. Messgeräteinstellungen

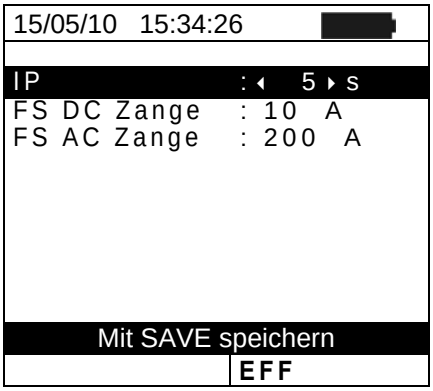
1. Drücken Sie die **MENU** Taste, stellen den Cursor auf die Zeile **"EFF" Prüfung"** (mit den Pfeiltasten ▲▼,**) und bestätigen Sie mit** ENTER. Das Display zeigt nun die aktuellen Parameter und Messwerte der PV Anlage.



2. Drücken Sie die **ENTER** Taste. Es erscheinen die Optionen **Set PV Anlage** und **Set Instrument**. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) wählen Sie **Set Instrum.** und bestätigen mit **ENTER**. Hiermit erscheint die folgende Anzeige:

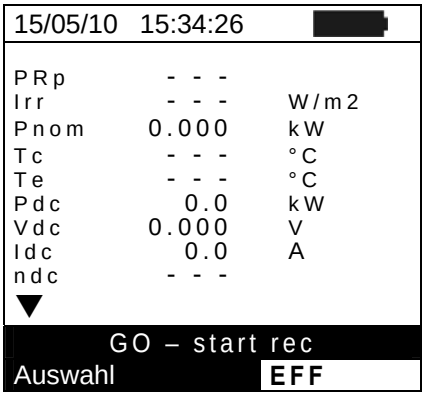


3. Mit den Pfeiltasten (◀ , ▶) werden nun die folgenden Parameter eingestellt:
   - IP (Messintervall):. Folgende Zeiten stehen zur Auswahl **5s, 10s, 30s, 60s, 120s, 300s, 600s, 900s, 1800s, 3600s**
   - FS DC Zange: Strommesszangen-Messbereich für Gleichstrommessungen mit Einstellwerten von **1A ÷ 3000A**
   - FS AC Zange: Strommesszangen-Messbereich für Wechselstrommessungen mit Einstellwerten von **1A ÷ 3000A**
4. Drücken Sie **SAVE**, um die Einstellungen abzuspeichern; während der Speicherung wird "Data saved" angezeigt. Drücken Sie **ESC/MENU** um die geänderten Einstellungen nicht zu speichern und ins vorherige Menü zurückzukehren.

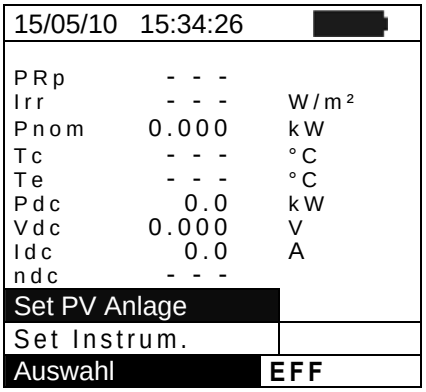


5.2.1.2. PV Anlagenparameter

1. Drücken Sie die **MENU** Taste, stellen den Cursor auf die Zeile **"EFF" Prüfung"** (mit den Pfeiltasten ▲▼,**) und bestätigen Sie mit** ENTER. Das Display zeigt nun die aktuellen Parameter und Messwerte der PV Anlage.

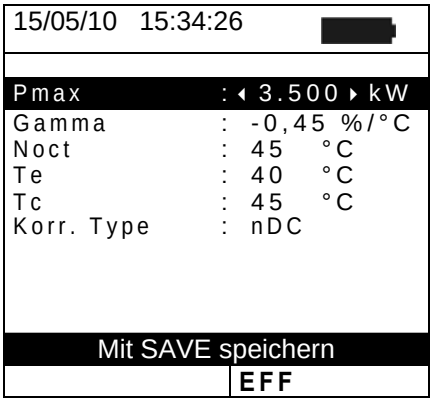


2. Drücken Sie die **ENTER** Taste. Das Messgerät zeigt folgende Auswahlmöglichkeiten: "**Set PV Anlage**" und "**Set Instrum".**
3. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) wählen Sie "**Set PV Anlage**" (PV Anlageneinstellung) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Am Display erscheint:



4. Mit den Pfeiltasten (◀ , ▶) werden nun die folgenden Parameter eingestellt:

   - **Pmax** → die maximale PV-Anlagen Nennleistung in kW (auch Pnom)
   - **Gamma** → der temperaturabhängige Leistungs-Koeffizient, ein Standardparameter der PV Module (mit typischen Werten von: -0.3 ÷ -0.5%/°C)
   - **Noct** → die nominale Arbeitstemperatur einer PV Zelle, ein Standardparameter der PV Module (mit typischen Werten von: 42 ÷ 48°C)
   - **Te, Tc** → Umgebungs- und PV Modul-Temperaturwerte. Das Messgerät benutzt diese hinterlegten Werte nur, wenn die Temperatursonde PT300N **nicht** am Datenlogger SOLAR-02 angeschlossen ist.
   - **Korr. Type** → Hier kann die Berechnungsgrundlage für den DC Wirkungsgrad und PRp ausgewählt werden (üblicherweise ist nDC auszuwählen) (siehe § 5.2.3)

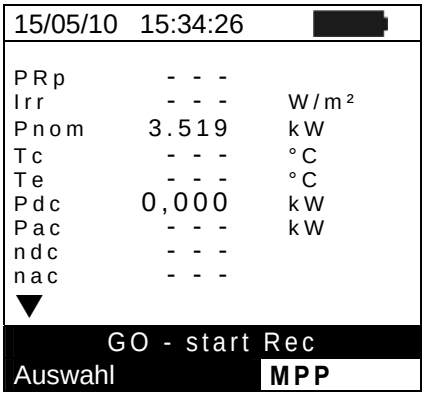


5.2.2. Einstellungen PV System mit single/multi MPPT Wechselrichter 1 / 3 Phasen AC Einspeisung

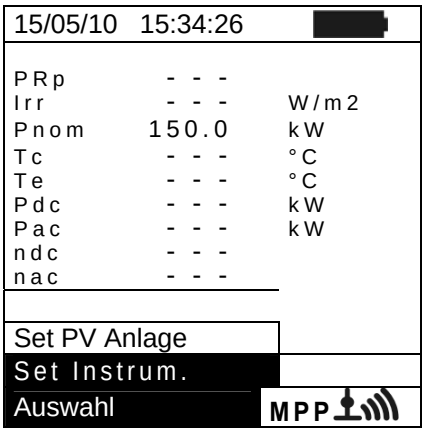
Siehe auch Theorie-Anhang Kapitel **11.2** für weitere Informationen zum **MPPT** Lastregler. Für diese Betriebsart ist der Messadapter **MPP300** (Option) erforderlich. Prüfen Sie vorher die im **MENU→SET→Remote/Solarmeter** vorgenommenen Einstellungen und kontrollieren Sie, dass Sie "**MPP300**" als Einstellwert im Menü "**Remote U EFF** gewählt haben.

5.2.2.1. Messgeräteinstellungen

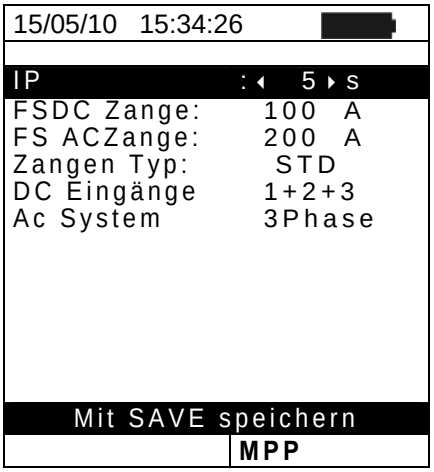
1. Drücken Sie **MENU,** stellen den Cursor auf **EFF Prüfung** (mit den Pfeiltasten▲,▼) und bestätigen mit **ENTER**. Es erscheint nun der Bildschirm, der die System-Globalparameter anzeigt.



2. Drücken Sie die **ENTER** Taste. Das Messgerät zeigt folgende Auswahlmöglichkeiten: **Set PV Analge** und **Set Instrument**.
3. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) wählen Sie "**Set Instrument** " (Messgeräteeinstellungen) und bestätigen **ENTER**. Am Display erscheint:



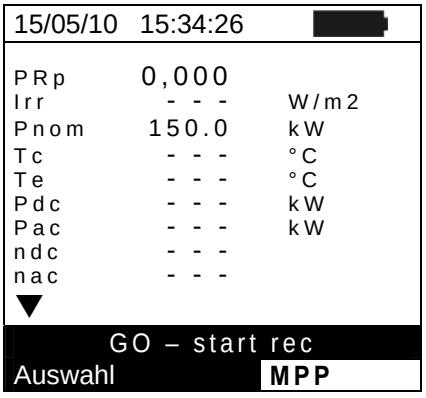
4. Mit den Pfeiltasten (◀ , ▶) können eingestellt werden:
   - Das Messintervall (IP), die das Messgerät während der Aufzeichnung verwendet. Es können die folgenden Werte gewählt werden: **5s, 10s, 30s, 60s, 120s, 300s, 600s, 900s, 1800s, 3600s**
   - FS DC Strommesszangen-Messbereich für Gleichstrommessungen mit Einstellwerten von **1A ÷ 3000A**
   - FS AC Strommesszangen-Messbereich für Wechsel-strommessungen mit Einstellwerten von **1A ÷ 3000A**
   - Art der benutzten Wechselstrom-Messzange: **STD** (Standard) oder **FLEX** (flexibler Wandler)
   - Anzahl der zur Messung benutzten DC Eingänge beim MPP300**: 1** oder **1+2** oder **1+2+3**
   - Art des Wechselstromsystems: **1 Phase**, **3 Phasen (4Wires)**



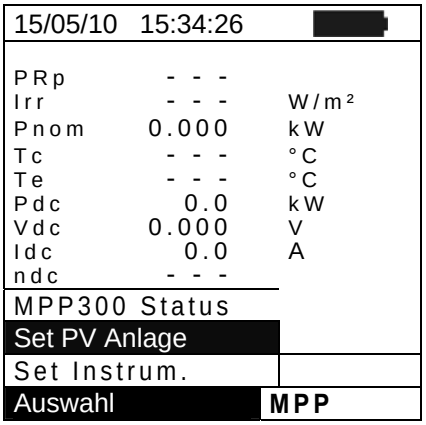
5. Drücken Sie **SAVE**, um die Einstellungen abzuspeichern; während der Speicherung wird "Daten gespeichert" angezeigt. Drücken Sie **ESC/MENU** um die geänderten Einstellungen nicht zu speichern und ins vorherige Menü zurückzukehren.

5.2.2.2. PV Anlagenparameter

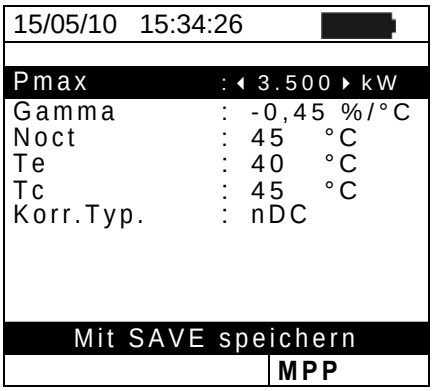
4. Drücken Sie die **MENU** Taste, stellen den Cursor auf die Zeile **"EFF" Prüfung"** (mit den Pfeiltasten ▲▼,**) und bestätigen Sie mit** ENTER. Das Display zeigt nun die aktuellen Parameter und Messwerte der PV Anlage.



1. Drücken Sie die **ENTER** Taste. Das Messgerät zeigt die Auswahlmöglichkeiten: **MPP300 Status**, **Set PV Anlage.** und **Set Instrum.**
2. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) wählen Sie "**Set PV Anlage** und bestätigen Sie mit **ENTER**. Am Display erscheint:



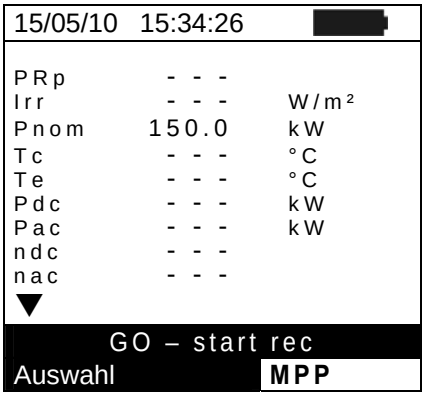
3. Mit den Pfeiltasten (◀ , ▶) können eingestellt werden:
   - **Pmax** → die maximale PV-Anlagen Nennleistung in kW (auch Pnom)
   - **Gamma** → der temperaturabhängige Leistungs-Koeffizient, ein Standardparameter der PV Module (mit typischen Werten von: -0.3 ÷ -0.5%/°C)
   - **Noct** → die nominale Arbeitstemperatur einer PV Zelle, ein Standardparameter der PV Module (mit typischen Werten von: 42 ÷ 48°C)
   - **Te, Tc** → Umgebungs- und PV Modul-Temperaturwerte. Das Messgerät benutzt diese hinterlegten Werte nur, wenn die Temperatursonde PT300N **nicht** am Datenlogger SOLAR-02 angeschlossen ist.
   - **Korr. Type** → Hier kann die Berechnungsgrundlage für den DC Wirkungsgrad und den PRp Gesamt-wirkungsgrad ausgewählt werden (üblicherweise ist nDC auszuwählen, siehe § 5.2.3)



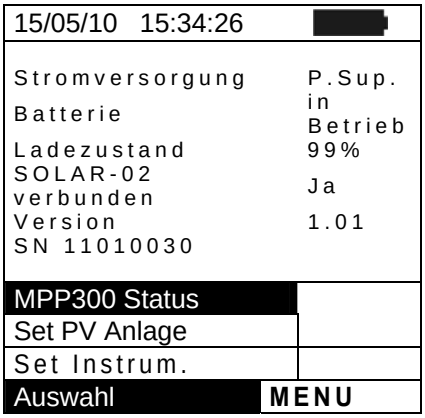
5.2.2.3. MPP300 Status

Wenn sich das SOLAR I-V in der Nähe des MPP300 befindet und über Funk miteinander verbunden ist, können die allgemeinen Parameter des MPP300 angezeigt werden.

1. Stellen Sie den Cursor auf EFF (mit den ▲,▼ Tasten) und bestätigen mit **ENTER**. Es erscheint nun der Bildschirm, der die System-Parameter der PV Anlage anzeigt.



2. Drücken Sie die **ENTER** Taste. Das Messgerät zeigt folgende Auswahlmöglichkeiten: **MPP300 Status**, **Set PV Anlage.** und **Set Instrum**.
3. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) wählen Sie "**MPP300 Status**" und bestätigen **ENTER**. Am Display werden nun die wichtigsten Parameter des MPP300 anzeigt.



5.2.3. Auswahl der Berechnungsgrundlage für den Wirkungsgrad (nur SOLAR I-V)

Hier kann die Berechungsgrundlage für den DC-Wirkungsgrad und den Gesamtwirkungsgrad PRp (Performance Ratio Power) hinterlegt werden.

Die folgenden 3 Auswahlmöglichkeiten für den Korrekturfaktor stehen zur Verfügung:

- T.mod.: Korrekturfaktor Rfv2 bezogen auf die PV Modultemperatur (Italienische Richtlinie CEI-82-25)
- T.env: Korrekturfaktor Rfv2 bezogen auf die PV Umgebungstemp. (Italienische Richtlinie CEI-82-25)
- ndc: PRp (Performance Ratio für Wirkleistung) mit Berücksichtigung der PV Modultemperatur

ACHTUNG

Sofern die Messung nach der Italienischen Richtlinien erfolgen soll ist die Einstellung **„T.env."** auszuwählen. Für die Standardmessungen in Deutschland ist die Einstellung **„nDC"** auszuwählen

Die höchste Effizienz (Maximum Wert von PRp) wird anhand der folgenden Beziehungen ermittelt: (In Deutschland ist entsprechend als Korrekturtyp η_{dc} zu verwenden)

Korrektur Typ	Temperatur (Tcel)	PRp Berechnung	Referenz
T.mod.	$\mathrm{Tcel} = \mathrm{Tmodule\_Meas}$	$Rfv2 = \begin{cases} 1 & (\text{if Tcel} \le 40°\text{C}) \\ 1 - (\mathrm{Tcel} - 40) \times \frac{\lvert\gamma\rvert}{100} & (\text{if Tcel} > 40°\text{C}) \end{cases}$ Entsprechend gilt: $PRp = \frac{P_{ca}}{\left[Rfv\,2 \times \frac{G_p}{G_{STC}} \times P_n \right]}$	CEI 82-25 (Italienische Norm)
T.env.	$\mathrm{Tcel} = \left(\mathrm{Tamb} + (NOCT - 20) \times \frac{\mathrm{Irr}}{800} \right)$		
η_{dc}	$\mathrm{Tcel} = \mathrm{Tmodule\_Meas}$	$PRp = \frac{G_{STC}}{G_p} \times \left[1 + \frac{\lvert\gamma\rvert}{100} \times (T_{cel} - 25) \right] \times \frac{P_{ca}}{P_n}$	keine

Symbol	Beschreibung	Einheit
G_p	Einstrahlung auf PV Moduloberfläche	$[\mathrm{W/m^2}]$
G_{STC}	Standard Einstrahlung = 1000	$[\mathrm{W/m^2}]$
P	Nennleistung = Summe aller PV Module (Pmax) die bei der Messung mit einbezogen werden	$[\mathrm{kW}]$
P_{ca}	Gemessene AC Wirkleistung	$[\mathrm{kW}]$
$Rfv2$	Thermischer Koeffizientenfaktor	
$\lvert\gamma\rvert$	Absoluter Wert des Temperaturkoeffizienten für die Leistung Pmax	$[\%/°\mathrm{C}]$
NOCT	Betriebsnenntemperatur der PV Zelle bei (@ 800W/m², 20°C, AM=1.5, Luftgeschw. =1m/s).	$[\%/°\mathrm{C}]$
T.mod	Zellen bzw. Modultemperatur	°C
T.env	Umgebungstemperatur (auch Tamb.)	°C

ACHTUNG

Wenn PV Systeme nach den Vorschriften des Leitfadens CEI 82-25 (italienische Richtlinien) geprüft werden, empfehlen wir, die Berechnung für "Tenv" zu benutzen, da die mit der NOCT Formel berechnete PV Modultemperatur meist höher als die an der Modulrückseite gemessene ist.

5.3. DB – MODULDATENBANK

Das Messgerät erlaubt, die Kenndaten von bis zu **30 verschiedenen PV Modulen** zu definieren und in der internen Datenbank des Messgerätes zu hinterlegen. Diese hinterlegten Moduldaten können jederzeit wieder aufgerufen, modifiziert und gelöscht werden.

Dabei ist die eine hinterlegte Standardeinstellung (default) nicht editierbar und nicht löschbar. Diese kann als Referenz benutzt werden, wenn keine Informationen über das zu überprüfende Solarmodul verfügbar ist.

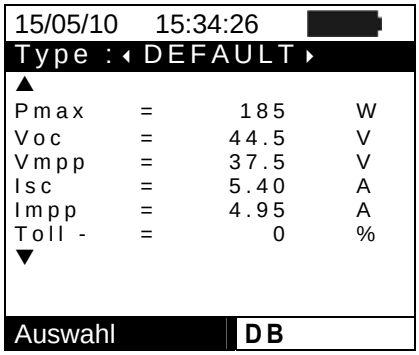
Diese für **EIN PV Modul gültigen Kenndaten** sind der folgenden Tabelle 1 zusammen mit dem Gültigkeitsbereich, der Toleranz und den Gültigkeitsbedingungen angegeben.

Symbol	Beschreibung	Bereich	Auflösung	Voraussetzung
Nms	Anzahl der Module im String	1 ÷ 50	1	
Pmax	Maximale Nennleistung des Moduls	50 ÷ 3200W	1W	$\left\|\frac{P_{\max} - V_{mpp} \cdot I_{mpp}}{P_{\max}}\right\| \le 0.01$
Voc	Leerlaufspannung	15,00 ÷ 99,99V 100,0 ÷ 320,0V	0,01V 0,1V	Voc ≥ Vmpp
Vmpp	Spannung im Punkt der maximalen Leistung	15,00 ÷ 99,99V 100,0 ÷ 320,0V	0,01V 0,1V	Voc ≥ Vmpp
Isc	Kurzschlussstrom	0,50 ÷ 9,99A	0,01A	Isc ≥ Impp
Impp	Strom im Punkt der maximalen Leistung	0,50 ÷ 9,99A	0,01A	Isc ≥ Impp
Toll -	vom Hersteller angegebene Minustoleranz für Pmax	0% ÷ 25.0% 0 ÷ 99W	0.1% 1	100*Tol$^-$/Pnom< 25
Toll +	vom Hersteller angegebene Plustoleranz für Pmax	0 ÷ 25% 0 ÷ 99W	0.1% 1	100*Tol$^+$/Pnom< 25
Alpha	Temperaturkoeffizient des Kurzschlussstroms Isc	-0,100 ÷ 0,100%/°C -9,99 ÷ 9,99mA/°C	0,001%/°C 0,01mA/°C	0.1*Alpha / Isc ≤ 0.1
Beta	Temperaturkoeffizient der Leerlaufspannung Uoc	-0.99 ÷ -0.01%/°C -0,999 ÷ 0,001V/°C	0.01%/°C 0,001V/°C	100*Beta/Voc ≤ 0.999
Gamma	Temperaturkoeffizient der Maximalleistung	-0.99 ÷ -0.01%/°C	0.01%/°C	
NOCT	Temperatur der Solarzelle bei normalem Betriebszustand	0 ÷ 100°C	1°C	
K	Korrekturfaktor der Kurve (IEC 60891)	0.00÷10.00mΩ/°C	0.01 mΩ/°C	
Tech.	Auswahl der PV-Modul Technologie (Standard oder HIT Module)	STD / CAP (kapazitiv)		
Rs	Interner Serienwiderstand	0.00 ÷ 10.00Ω	0.01Ω	

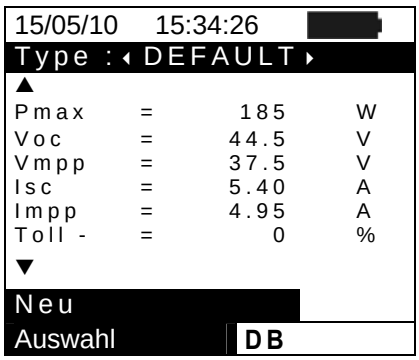
Tabelle 1: Kennwerte von PV Modulen in der Messgerätedatenbank

5.3.1. Definition eines neuen PV Moduls in der Datenbank

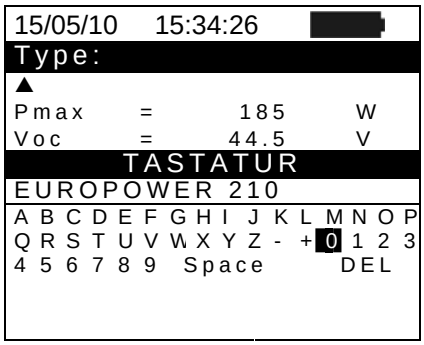
1. Stellen Sie den Cursor auf "**DB**" (mit den Pfeiltasten ▲,▼) und bestätigen mit **ENTER** Auf dem Display erscheinen:
   - Typ des ausgewählten Moduls
   - Die zum Modul gehörigen Parameter (siehe Tabelle 1)
2. Wählen Sie das vorgegebene "DEFAULT" Modul (mit den ◀,▶ Tasten) und bestätigen mit **ENTER**.



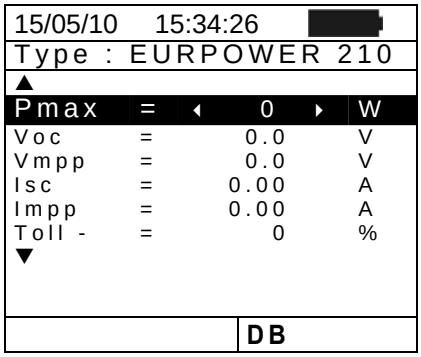
3. Drücken Sie **ENTER**, wählen "**Neu** und bestätigen erneut mit **ENTER**. Benutzen Sie die Pfeiltasten (▲,▼) zum Durchlaufen aller Modulparameter.



4. Mit der virtuellen Tastatur am Display kann man eine Modulbezeichnung eingeben (beispielsweise: EUROPOWER 210) mit den Pfeiltasten (▲,▼,◀,▶). Drücken Sie **ENTER**, um den jeweiligen Buchstaben (oder Zahl) einzutippen.
5. Wenn Sie den Modulnamen fertig gestellt haben, drücken Sie **SAVE**. Mit **ESC/MENU** gelangen Sie ins vorherige Menü zurück.



6. Geben Sie alle im Herstellerdatenblatt des zu prüfenden Moduls angegebenen Parameterwerte ein (siehe Tabelle 1). Mit den Pfeiltasten (▲,▼) stellen Sie den Cursor auf den Parameter und mit den Pfeiltasten (◀,▶) geben Sie die entsprechenden Werte ein. Zur Schnelleinstellung der Werte halten Sie die (◀,▶) Tasten gedrückt. Wenn Sie einen Parameter antreffen, dessen Wert nicht im Herstellerdatenblatt steht, halten Sie die **HELP** Taste einige Sekunden gedrückt, damit der im Messgerätespeicher enthaltene Vorgabewert ersatzweise eingetragen wird.
7. Bestätigen Sie nun nicht mit ENTER, sondern mit **SAVE**. Solange die Abspeicherung läuft, wird "Daten werden gespeichert" angezeigt. Mit **ESC/MENU** gelangen Sie ohne Abspeicherung ins vorhergehende Menü.

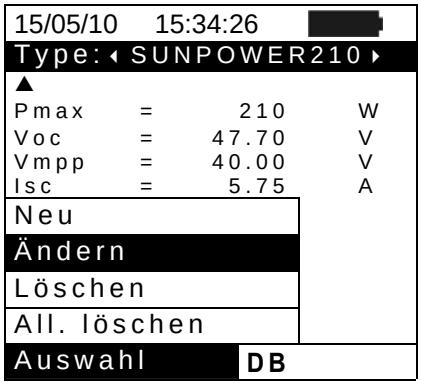


ACHTUNG

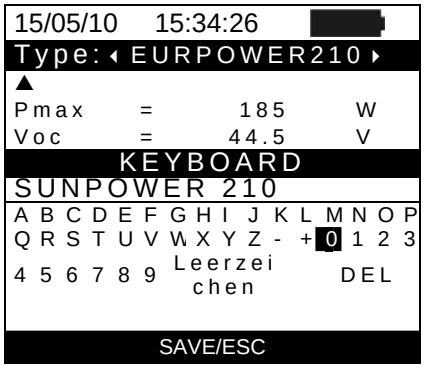
Nach Drücken der **SAVE** Taste überprüft das Messgerät die in Tabelle 1 angeführten Werte. Falls dabei Widersprüche gefunden werden, erscheinen eine oder mehrere Fehlermeldungen im Display (§ 6.5). Diese Fehler müssen korrigiert werden, damit die PV Modulwerte abgespeichert werden können.

5.3.2. Datenbank-Kenndatenänderung eines PV Moduls

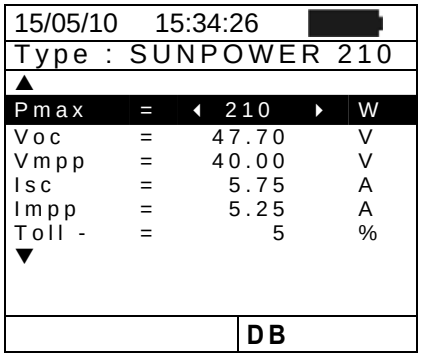
1. Wählen Sie das PV Modul, dessen Daten geändert werden sollen, mit den Pfeiltasten (◀,▶).
2. Drücken Sie **ENTER** und wählen Sie "**ÄNDERN"** mit der Pfeiltaste (▼).
3. Bestätigen Sie mit **ENTER**.



4. Mit der virtuellen Tastatur am Display kann mit den Pfeiltasten (▲,▼,◀,▶) eine andere Modulbezeichnung eingeben werden. Drücken Sie **ENTER**, um den jeweiligen Buchstaben (oder Zahl) einzutippen.
5. Wenn Sie den geänderten Modulnamen fertig gestellt haben, drücken Sie **SAVE**. Damit gelangen Sie zur Einstellung der neuen Parameter.

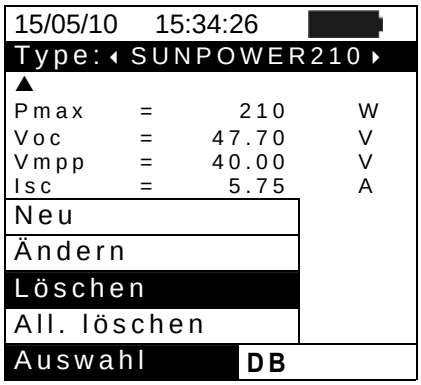

15/05/10 15:34:26
Type: EURPOWER210
Pmax = 185 W
Voc = 44.5 V
KEYBOARD
SUNPOWER 210
A B C D E F G H I J K L M N O P
Q R S T U V W X Y Z - + 0 1 2 3
4 5 6 7 8 9 Leerzeichen DEL
SAVE/ESC

6. Wählen Sie die zu ändernden Parameter (mit den ▲,▼ Pfeiltasten) und ändern Sie diese mit den (◀,▶) Pfeiltasten. Zur Schnelleinstellung der Werte halten Sie die (◀,▶) Tasten gedrückt. Wenn Sie einen Parameter antreffen, dessen Wert nicht im Herstellerdatenblatt steht, halten Sie die **HELP** Taste einige Sekunden gedrückt, damit der im Messgerätespeicher enthaltene Vorgabewert ersatzweise eingetragen wird.
7. Bestätigen Sie nun nicht mit ENTER, sondern mit **SAVE**. Solange die Abspeicherung läuft, wird "Daten werden gespeichert" angezeigt. Mit **ESC/MENU** gelangen Sie ohne Abspeicherung ins vorhergehende Menü.



5.3.3. Datenbank-Kenndaten Löschung eines PV Moduls

1. Wählen Sie das PV Modul, dessen Daten gelöscht werden sollen, mit den Pfeiltasten (◀,▶).
2. Drücken Sie **ENTER** und wählen "**Delete**" (Löschen) mit der Pfeiltaste (▼) um die Daten und *das eine*, angewählte PV Modul aus dem Speicher zu entfernen.
3. Drücken Sie **ENTER** und wählen "**Del.All**" (alle Löschen) mit der Pfeiltaste (▼) um die Daten *aller* im Messgerätespeicher enthaltenen PV Module (außer den vorgegebenen Modul) zu entfernen.
4. Bestätigen Sie mit **ENTER** und dann **ESC/MENU** zum Verlassen dieses Menüpunkts.



ACHTUNG

Die Änderung oder Löschung des vorgegebenen DEFAULT Moduls ist nicht möglich.

6. MESSUNGEN DURCHFÜHREN

6.1. PV ANLAGEN TESTEN (NUR SOLAR I-V)

Zur Vereinfachung wird nachfolgend der Begriff "String" gebraucht, obwohl eigentlich "PV Modulfeld" richtiger wäre. Vom Messgerät aus gesehen, ist die Behandlung eines einzelnen Strings oder mehrerer parallel geschalteter Strings (als PV-Feld) identisch.
Weiter unten in dieser Bedienungsanleitung wird der Parameter **MPPT** (Multiple Power Point Tracker bzw. Maximalleistungspunktermittlung = Lastregler) erwähnt, mit dem aus den Leistungskennlinien des DC/AC Wechselrichters der Arbeitspunkt ermittelt werden kann, an dem das PV System seine optimale Gleichstromleistung liefert. Die Einzelheiten des MPPT werden im Theorieanhang **11.2** erklärt.

Die Bezeichnung **PRp** steht für die Performance ratio (Effizienz der gesamten PV Anlage), ermittelt aus der AC Wirkleistung.

ACHTUNG

Für die Ermittlung vom Parameter PRp ist die Messung der DC Parameter (Spannung und Strom) nicht zwingend notwendig.
Die DC Parameter müssen mit gemessen werden sofern die Effizienz der Generatorseite (ηDC) bzw. der Wirkungsgrad des Wechselrichters ermittelt werden soll (ηAC).

Symbol	Beschreibung	Einheit
PRp	Performance Ratio (Effizienz der PV Anlage)	
Irr	Einstrahlung	W/m^2
Pnom	Nennleistung der PV Anlage	kW
Tc	PV-Modultemperatur	°C
Te	Umgebungstemperatur	°C
Pdc, Pdcx	Gesamte DC Leistung, DC Leistung des String/ Modulgruppe x, (x=1,2,3)	kW
Pac, Pacx	gemessene AC Leistung gesamt, bzw. AC Leistung der Phase x (x=1,2,3,)	kW
ndc	DC Wirkungsgrad	
nac	AC Wirkungsgrad	
Vdc, Vdcx	DC Spannung, DC Spannung vom PV String / Modulgruppe x (x=1,2,3)	V
Idc, Idcx	DC Strom, DC Strom vom PV String / Modulgruppe x (x=1,2,3)	A
Vac, Vacx	AC Spannung, AC Spannung vom PV String / Modulgruppe x (x=1,2,3)	V
Iac, Iacx	AC Strom, AC Strom vom PV String / Modulgruppe x (x=1,2,3)	A

6.1.1. Messungen an PV Systemen mit einem MPPT & 1 Phasen AC Strom Einspeisung.

Das SOLAR I-V Messgerät (Hauptgerät) führt, anhand der an den SOLAR-02 angeschlossenen Einstrahlungs- und Temperaturmesssonden, Effizienz- und Wirkungsgradtests an einphasigen PV Anlagen durch. Das SOLAR 02 steht mit dem Hauptgerät zwecks Synchronisierung und Datenübertragung mittels Funkverbindung (auch **RF** genannt) über Entfernungen von maximal **1 m** in Verbindung.

ACHTUNG

- Die höchstzulässige Gleichspannung zwischen den Klemmen C1 und C2 beträgt 1000 V und die maximale, effektive Wechselspannung zwischen den Anschlüssen P1 und P2 darf 265 V nicht überschreiten. Um das Messgerät oder seine Bauteile nicht zu beschädigen oder sogar Ihre Sicherheit aufs Spiel zu setzen, dürfen keine höheren Spannungen gemessen werden!
- Zur Sicherheit des Messtechnikers müssen bei der Erstellung der Anschlüsse die Leitungsschalter vor und hinter dem DC/AC Wechselrichter geöffnet werden.

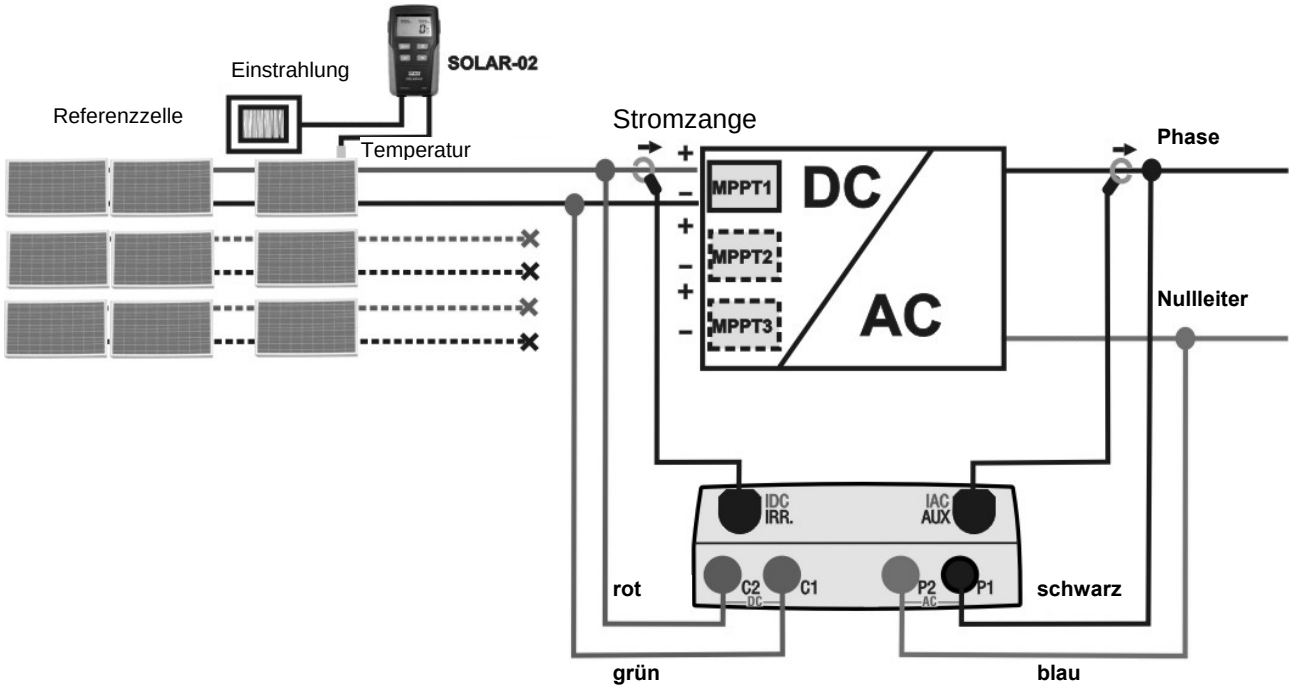


Abb. 4: Messgerätanschluss zur Prüfung von einphasigen PV Anlagen

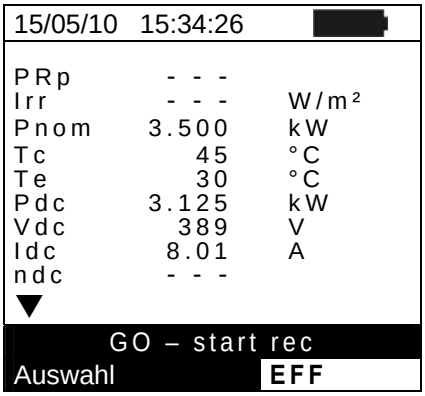
1. Überprüfen Sie die korrekte Einstellung des Ausgangsignales der Referenzzelle im SOLAR02 (siehe Bedienungsanleitung der SOLAR-02).
2. Vor dem eigentlichen Test sollte mit der Referenzzelle und dem **NICHT** am Hauptgerät SOLAR I-V angeschlossenen SOLAR-02 die Sonneneinstrahlstärke an der Oberfläche des zu prüfenden PV überprüft werden. Beachten Sie bitte, dass für eine aussagekräftige Messung zur Durchführung einer Wirkungsgradkontrolle eines PV Systems mindestens 600 W/m^2 Einstrahlungsstärke vorhanden sein sollten.
3. Schalten Sie das SOLAR I-V ein. Kontrollieren und ändern Sie erforderlichenfalls die Messgeräte-Grundeinstellungen für Minimum-Einstrahlstärke, Messbereich der DC- und AC-Strommesszangen, das Messintervall und die Parameter der zu prüfenden PV-Anlage (siehe §§ 5.1.1, 5.1.5 und 5.2).
4. Zur Sicherheit des Messtechnikers müssen die Leitungsschalter vor und hinter dem DC/AC Wechselrichter (Inverter) geöffnet werden.

5. Falls die Wechselrichter mehrere MPPT Lastregler besitzen, darf nur **der erste String am MPPT angeschlossen bleiben** (siehe Abb. 4). Anschließend werden die nachstehend beschriebenen Tätigkeiten einzeln nacheinander nur mit der am zweiten, dritten, vierten, usw. Lastregler angeschlossenen Strings wiederholt.
6. Stellen Sie das SOLAR I-V und SOLAR-02 in weniger als 1 Meter Abstand voneinander auf. **Schalten Sie alle Geräte ein** (Einzelheiten siehe Bedienungsanleitung des SOLAR-2).
7. Am SOLAR I-V drücken Sie nun **MENU,** wählen dann die Funktion **EFF** (Efficiency = Wirkungsgrad) und drücken **ENTER**; warten Sie, bis die Funkverbindung unter den beiden Geräten aufgebaut ist. Sobald dieser Link besteht, blinken die folgenden Symbole unten links im Display nicht mehr, sondern leuchten konstant:
   - Symbol am Display des SOLAR I-V leuchtet konstant (kein Blinken)
   - Symbol am Display des SOLAR-02 leuchtet konstant (kein Blinken)
8. Schließen Sie nun die Messgerät-Eingangsbuchsen **C2** mit dem PV Pluspol und **C1** mit dem Minuspol des zu messenden Strings an. Danach verbinden sie **P1** mit der Phase des DC/AC Wechselrichters und **P2** mit dem Nullleiter. Die entsprechenden Leiterisolationsfarben sind aus Abb.Abb. 4 ersichtlich.
9. Verbinden Sie den Ausgangstecker der Strommesszange des ersten Strings mit dem **IDC** Eingang des Messgeräts.

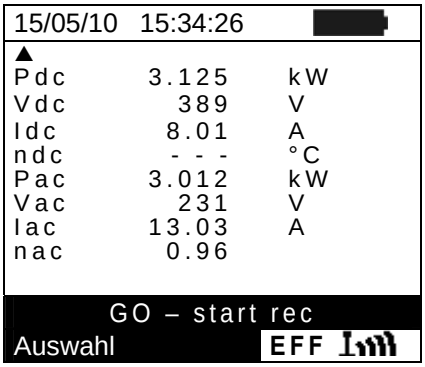
ACHTUNG

<u>VOR ANSCHLUSS</u> DER DC STROMMESSZANGEN an den Stringleiter schalten Sie bitte die Strommesszange ein, prüfen die LED Anzeige für den Ladezustand der Strommesszangen-Batterien, wählen den richtigen Stromstärkebereich, drücken die NULL-Taste an der DC Strommesszange und prüfen am SOLAR I-V die momentane Nullanzeige des entsprechenden Idc Wertes (Werte bis 0,02 A sind zulässig).

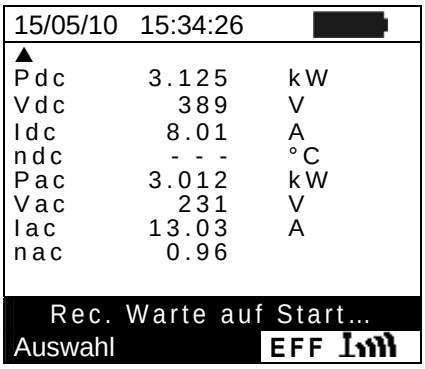
10. Schließen Sie die DC Strommesszange am Pluspol des Strings **unter Beachtung der Pfeilrichtung** an (siehe Abb. Abb. 4). Bringen Sie die DC Strommesszange weit genug vom Wechselrichter entfernt an und achten Sie darauf, dass deren Backen geschlossen sind und nicht den Minusleiter berühren.
11. Schließen Sie die AC Strommesszange des ersten MPPT am Phasenleiter L1 **unter Beachtung der Pfeilrichtung** an (siehe Abb. 4). Bringen Sie die AC Stromzangenbacken soweit wie möglich vom Wechselrichter entfernt an und achten Sie darauf, dass deren Backen nicht den Nullleiter berühren. Schließen Sie den Ausgangsstecker der Strommesszange an den Messgeräteingang **IAC** an.
12. Jetzt können Sie das zu überprüfende PV System einschalten.
13. Das Display zeigt auf der ersten Bildschirmseite die elektrischen DC Ausgangsparameter des DC/AC Wechselrichters.



14. Mit der Pfeiltaste ▼ begeben Sie sich auf die zweite Bildschirmseite, wo die wechselstromseitigen, elektrischen AC Ausgangsparameter des DC/AC Wechselrichters angezeigt werden.
    Bevor Sie die Messung beginnen:
    - Kontrollieren Sie, ob das Symbol " " im Display blinkt, (zeigt die Suche nach der Funkverbindung des Messgeräts mit der Fernstation SOLAR-02 an).
    - Kontrollieren Sie, dass die aktive Leistung Pac einen positiven Wert hat. Wenn eine negative Leistung angezeigt wird, müssen Sie die Strommesszange öffnen, um 180 Grad drehen und wieder schließen.
    - Kontrollieren Sie, dass der Wirkungsgrad des Wechselrichters η_{ac} **= Pac / Pdc** einen plausiblen Wert hat (d.h. aktive Leistung Pac einen positiven Wert hat. Eine Anzeige mit η_{ac} **> 1** ist physikalisch unmöglich)

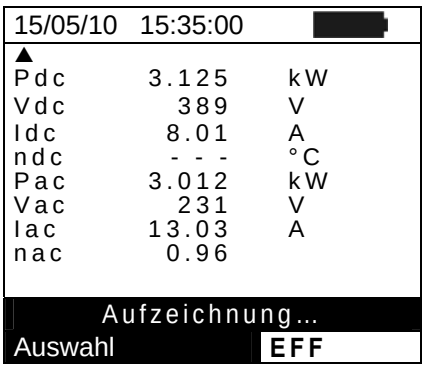


15. Mit dem SOLAR02 in der Nähe des Messgeräts, drücken Sie nun **GO/STOP**, um die Messung zu beginnen. Im Messgerätedisplay erscheint "**Rec. Warte auf Start…**" (Aufzeichnungsbeginn, bitte warten) und am SOLAR-02 Display wird "**HOLD**" angezeigt, bis beide Geräte synchronisiert sind (zur vollen Minute, d.h. Ende der Wartezeit wenn "00" erreicht wird)



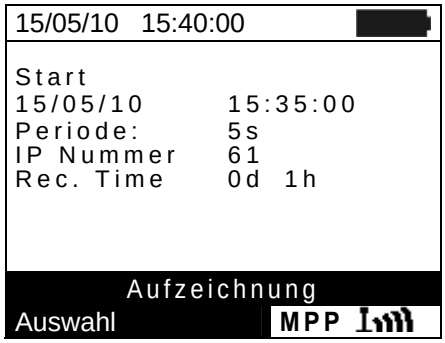
16. Wenn "00" nach dem Drücken von **GO/STOP** erscheint, sind die Geräte synchronisiert und die Messung beginnt.

    Während der Messung zeigt das Messgerät "**Aufzeichnung…**" im Display und auch im Display des SOLAR-2 erscheint nun "**Recording…**".



17. Es ist jederzeit möglich, den aktuellen Stand der Aufzeichnung zu erfahren, wenn **MENU** gedrückt wird. Es erscheinen damit die folgenden Informationen:
    - Datum und Uhrzeit des Aufzeichnungsbeginns
    - Gewähltes Messintervall
    - Anzahl der Aufzeichnungsintervalle seit Aufzeichnungsbeginn
    - Restliche Aufzeichnungs-Speicherkapazität

Zum Verlassen dieses Menüpunkts drücken Sie die **ESC** Taste.



18. Jetzt kann das SOLAR-02 in die Nähe der PV Module des zu überprüfenden Strings gebracht werden, um Einstrahlstärke und Temperatur mit den entsprechenden Sonden zu messen. Sollte der Abstand zwischen SOLAR-02 und SOLAR I-V für die Kommunikation über Funkverbindung zu groß werden, blinkt das "" Symbol auf dem Display des SOLAR-02 während ca. 30s und verlischt anschließend. Das Messgerät SOLAR I-V setzt die Suche nach der Funkverbindung noch etwa eine Minute lang fort. Beide Messgeräte arbeiten nun autark weiter und zeichnen alle notwendigen Messwerte auf.

19. Positionieren Sie die Referenzmesszelle in gleicher Ausrichtung wie das PV Modul. Den richtigen Aufbau erfahren Sie aus der Bedienungsanleitung der Referenzzelle.

20. Befestigen Sie die Temperatursonde mit etwas Klebeband an der Rückseite des PV-Moduls.

21. Warten Sie ein paar Sekunden, damit die Sonden konstante Signale liefern und schließen dann die Referenzzelle- und die Temperatursonde an den **PYRA/CELL** und **TEMP** Eingang des SOLAR-02 an.

22. Warten Sie bis die "**READY**" Anzeige am SOLAR-02 erscheint und damit meldet, dass das SOLAR02 Sonneneinstrahldaten erhalten hat die oberhalb des gewählten Mindestgrenzwertes liegen (untere Messgrenze siehe § 5.1.5).

23. **Warten Sie mindestens eine weitere Minute, um brauchbare Aufzeichnungen zu erhalten.**

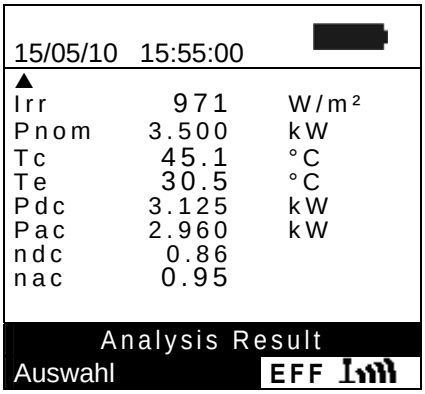
24. Trennen Sie Einstrahl- und Temperatursonde vom SOLAR-02 und bringen letzteres in die Nähe des SOLAR I-V (max. Abstand 1m).

25. Das SOLAR I-V Hauptgerät muss im Wirkungsgrad-Messmodus **EFF** sein. Sollte kein "" Blinksymbol zu sehen sein, drücken Sie die ▲ Taste um die Funkverbindungssuche erneut zu aktivieren.

26. Drücken Sie die ▼ Taste am SOLAR-02, um die Funkverbindung einzuschalten. Am Hauptgerät wird daraufhin die Meldung erscheinen "RF Anschluss aktiv".

27. Zur Beendung der Prüfung, drücken Sie **GO/STOP** am SOLAR I-V und bestätigen mit **ENTER**, dass die Aufzeichnung beendet werden soll.

28. Am Display des SOLAR I-V erscheint "**DOWNLOAD**", und zeigt damit an, dass die gemessenen Daten ans Hauptgerät übertragen werden.



29. Nach Abschluss dieser Datenübertragung erscheinen im Display des Messgerätes automatisch die besten Werte der Aufzeichnung.
    In der Bildschirm-Kopfzeile erscheinen:

    - **RESULT YES**: wenn unter den aufgezeichneten Messwerten mindestens ein Wert die geltenden Bedingungen erfüllt.
    - **RESULT NO**: wenn unter den aufgezeichneten Messwerten kein Wert die Bedingungen erfüllt.
    - **Impossible to analyze** (Analyse unmöglich), falls die gemessenen Einstrahlstärken nicht den eingestellten Mindestwert erreicht haben oder falls während der gesamten Messdauer kein gültiger Wirkungsgradwert gefunden wurde (z.B. nDC > 1.15 oder nAC >1).

30. Drücken Sie SAVE, um die Ergebnisse abzuspeichern (siehe § 7.1) oder drücken Sie ESC, um dieses Untermenü zu verlassen und zur vorhergehenden Bildschirmseite zurückzukehren.

6.1.2. Messung an PV Systemen mit ein oder mehreren MPPT / 1 - oder 3 Phasen AC Einspeisung

Wird das SOLAR I-V zusammen mit dem SOLAR-02 und MPP300 (Option) eingesetzt, können PV Systeme mit einem oder mehreren Strings und Ein- oder Dreiphasen Ausgängen überprüft werden.
Das MPP300 kann mit dem Messgerät SOLAR I-V (für Synchronisierung und Daten-Download) und mit dem SOLAR-02 (zur Aufzeichnung der Einstrahl- und Temperaturmesswerte) über **Funk** Verbindung aufnehmen, wenn der Abstand der Geräte untereinander nicht mehr als **1 m** beträgt.

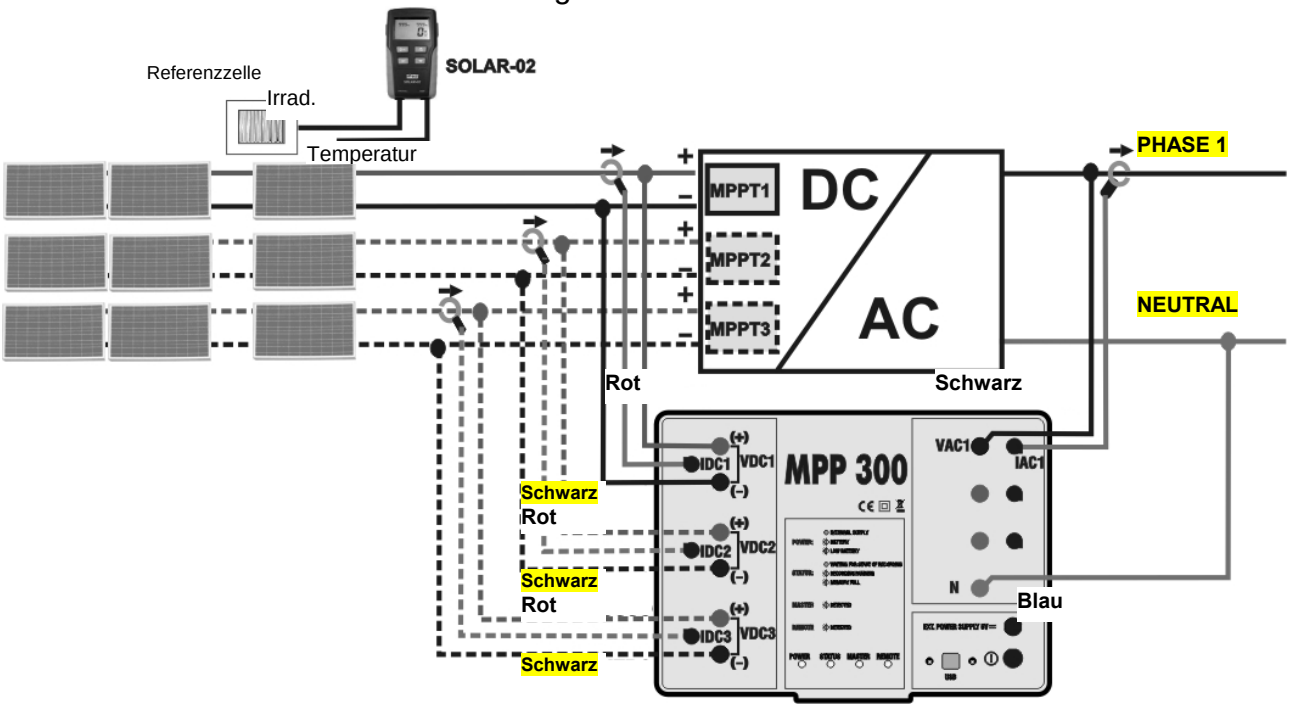


Abb. 5: Anschluss des MPP300 zur Prüfung von PV Anlagen mit 1 Phasen AC Einspeisung

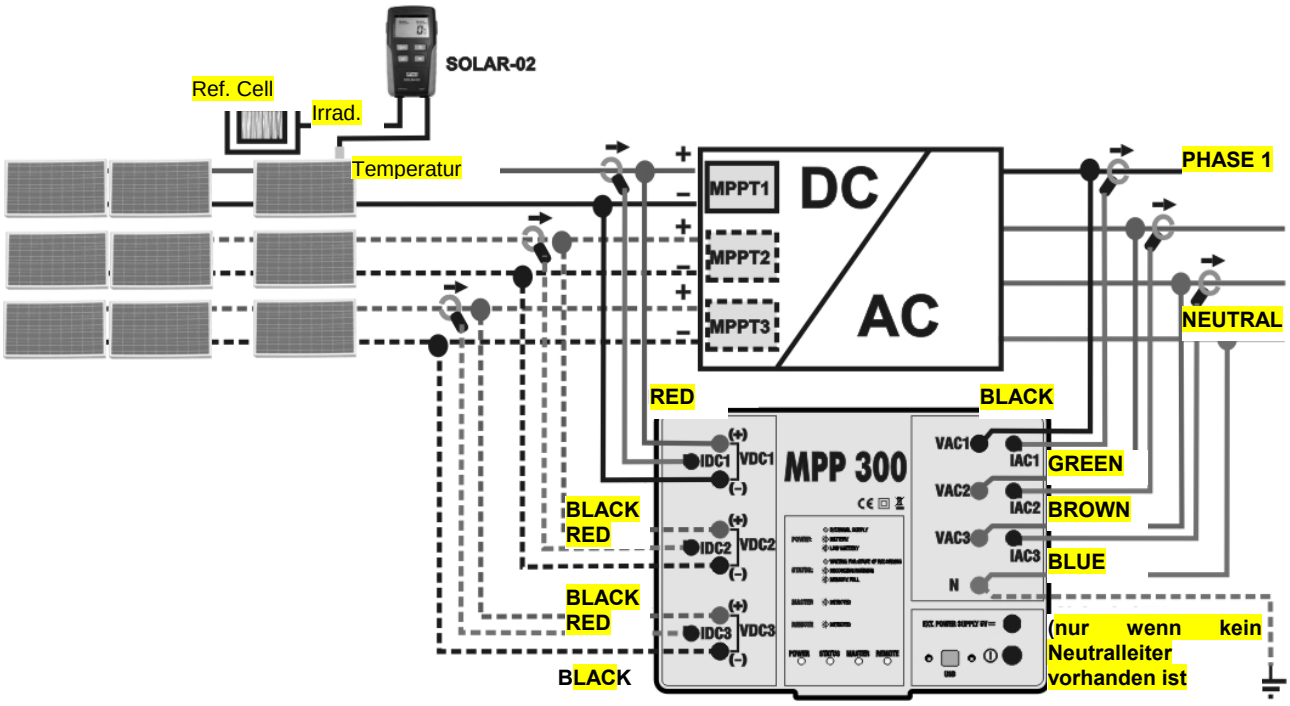


Abb. 6: Anschluss des MPP300 zur Prüfung von PV Anlagen mit 3 Phasen AC Einspeisung

ACHTUNG

- Wenn das SOLAR I-V zur Benutzung mit dem MPP300 konfiguriert ist, müssen ALLE Anschlüsse zur Messung von Spannungs- und Stromstärken ausschließlich am **MPP300** vorgenommen werden. An den Eingängen vom SOLAR I-V dürfen in dieser Betriebsart **keinerlei Spannungen oder Ströme** angeschlossen sein.
- Die höchste zulässige Spannung an den Eingängen des **MPP300** ist **1000 VDC** zwischen VDC1, VDC2, VDC3 und **600 VAC** zwischen den Eingängen VAC1, VAC2, VAC3. Um das Messgerät oder seine Bauteile nicht zu beschädigen oder sogar Ihre Sicherheit aufs Spiel zu setzen, dürfen keine höheren Spannungen angelegt werden!
- Zur Sicherheit des Anwenders müssen die Leitungsschalter vor und hinter dem DC/AC Wechselrichter (Inverter) vor dem Anschluss der Messleitungen an das Messgerät geöffnet werden.

1. Überprüfen Sie die korrekte Einstellung des Ausgangsignales der Referenzzelle im SOLAR02 (siehe Bedienungsanleitung des SOLAR-02).
2. Vor dem eigentlichen Test sollte mit der Referenzzelle und dem **NICHT** am Hauptgerät SOLAR I-V angeschlossenen SOLAR-02 die Sonneneinstrahlstärke an der Oberfläche des zu prüfenden PV Moduls abgestimmt werden. Beachten Sie bitte, dass für eine aussagekräftige Messung zur Durchführung einer Wirkungsgradkontrolle eines PV Systems mindestens 600 W/m^2 Einstrahlungsstärke vorhanden sein sollten.
3. Schalten Sie das SOLAR I-V ein. Kontrollieren und ändern Sie erforderlichenfalls die Messgeräte-Grundeinstellungen für die Minimum-Einstrahlstärke, den Messbereich der DC- und AC- Strommesszangen, das Messintervall und die Parameter der zu prüfenden PV-Anlage (siehe § 5.1.4**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, § 5.1.5, § 5.1.6, § 5.2.2).
4. Zur Sicherheit des Messtechnikers müssen die Leitungsschalter vor und hinter dem DC/AC Wechselrichter (Inverter) geöffnet werden.
5. Stellen Sie SOLAR I-V und SOLAR-02 und MPP300 in weniger als 1 Meter Abstand voneinander auf. **Schalten Sie alle Geräte ein** (Einzelheiten siehe Bedienungsanleitung des SOLAR-2 und MPP300).
6. Am SOLAR I-V drücken Sie nun **MENU** wählen dann die Funktion **EFF** (Efficiency = Wirkungsgrad) und drücken **ENTER**; warten Sie, bis die Funkverbindung unter den drei Geräten aufgebaut ist. Sobald diese Links aktiv sind, blinken die folgenden Symbole unten links im Display nicht mehr, sondern leuchten konstant:
    a. Symbol am Display des SOLAR I-V leuchtet konstant (kein Blinken)
    b. Symbol am Display des SOLAR-02 leuchtet konstant (kein Blinken)
    c. Am MPP300 blinken die MASTER und REMOTE LEDs grün
7. Schließen Sie den **VDC1(+)** und **VDC1(-)** Eingang des **MPP300** an die Ausgänge des PV-Strings die am MPPT1 angeschlossen sind mit an und beachten dabei die Polungen und Kabeladernfarben der Abbildungen Abb. 5 oder 6.
8. Wiederholen Sie gegebenenfalls obige Anschlüsse an den anderen, zu prüfenden DC Lastreglern (MPPT2 , MPPT3) unter Verwendung der Eingänge **VDC2** und **VDC3** entsprechend der Anzahl der eingestellten DC Eingänge (siehe § 5.2.1.1).

9. Verbinden Sie den Ausgangsstecker der DC Strommesszange des ersten Strings (bzw. aller Strings die mit dem MPPT1 angeschlossen sind) mit dem **IDC1** Eingang des MPP300.

ACHTUNG

<u>VOR ANSCHLUSS</u> DER DC STROMMESSZANGEN an den Stringleiter schalten Sie bitte die Strommesszange ein, prüfen die LED Anzeige für den Ladezustand der Strommesszangen-Batterien, wählen den richtigen Stromstärkebereich, drücken die NULL-Taste an der DC Strommesszange und prüfen am SOLAR I-V die momentane Nullanzeige des entsprechenden Idc Wertes (Werte bis 0,02 A sind zulässig).

10. Schließen Sie die DC Strommesszange am Pluspol des Strings **unter Beachtung der Pfeilrichtung** an (siehe Abb. 5 oder 6). Bringen Sie die DC Stromzangebacken so weit wie möglich vom Wechselrichter vom Minuspol des PV Strings entfernt an.

11. Wiederholen Sie die beiden obigen Anschlüsse an den anderen, zu prüfenden DC Lastreglern (MPPT) unter Benutzung der Eingänge **IDC2** und **IDC3** entsprechend der Anzahl der eingestellten DC Eingänge (siehe § 5.2.1.1).

12. Schließen Sie den **VAC1** und den **N** Eingang des **MPP300** richtig an die entsprechenden Ausgänge des Wechselrichters an und beachten dabei die Kabeladernfarben der Abbildungen 5 oder Abb. 6. Bei Dreiphasensystemen ohne Nullleiter verbinden Sie den **N** Eingang mit der Schutzerdung.

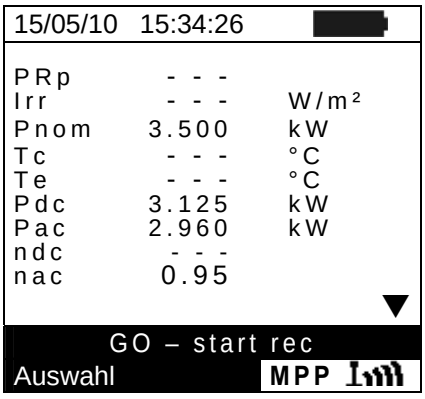
13. Bei Wechselrichtern mit Dreiphasenausgang (siehe Einstellungen unter § 5.2.1.1) sind die oben beschriebenen Verbindungen mit den beiden restlichen Phasen unter Verwendung der **VAC2-** und **VAC3-** Eingänge des MPP300 zu wiederholen.

14. Schließen Sie die AC Strommesszange des ersten MPPT am Phasenleiter L1 **unter Beachtung der Pfeilrichtung** an der Stromzange an (siehe Abb. Abb. 5 oder Abb. 6). Bringen Sie die AC Stromzange so weit wie möglich vom Wechselrichter und vom Null-Leiter entfernt an. Verbinden Sie den Ausgang **IAC1** der Stromzange mit dem Eingang des MPP300.

15. Bei Wechselrichtern mit Dreiphasenausgang (siehe Einstellungen unter § 5.2.1.1) sind die oben beschriebenen Verbindungen mit den beiden restlichen Phasen unter Verwendung der **IAC2-** und **IAC3-** Eingänge des MPP300 zu wiederholen.

16. Schalten Sie nun die zu messende PV Anlage wieder ein.

17. Das SOLAR I-V Display zeigt die **allgemeinen** elektrischen Parameter des zu messenden Systems. Besonders wichtige Anzeigewerte sind hier:
    - Pdc = Gesamte DC-Leistung aller Strings
    - Pac = Wechselstromleistung (bei Einphasenanlage) oder Summe der Wechselstromleistungen (bei Dreiphasenanlagen)

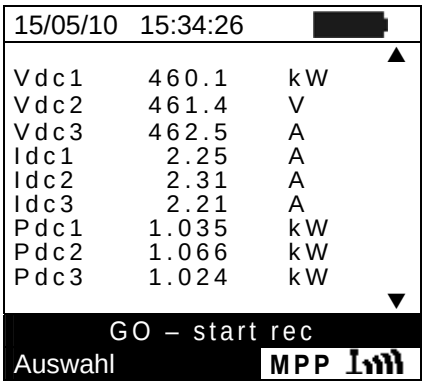


Kontrollieren Sie die Plausibilität der Werte Pnom, Pdc, Pac und des Wechselrichter-Wirkungsgrades η **ac**. Eine Wirkungsgradanzeige beim Wechselrichter von η **ac > 1** ist physikalisch nicht möglich.

18. Drücken Sie am SOLAR I-V die Taste (▼), um auf die zweite Bildschirmseite mit den Werten der DC Ausgangsparameter der Modulgruppe entsprechend der eingestellten DC Eingänge zu gelangen (siehe § 5.2.1.1).

Besonders wichtige Anzeigewerte sind hier:
Vdcx = DC Spannung der PV String / Modulgruppe x.
Idcx = DC Strom der PV String / Modulgruppe x.
Pdcx = DC Leistung der PV String / Modulgruppe x.

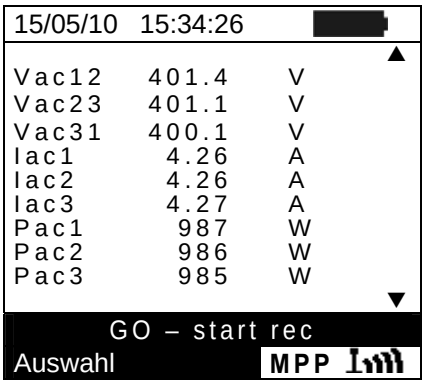
Kontrollieren Sie die Messwerte Vdc, Idc, Pdc mit den Eigenschaften des gemessenen Systems auf Plausibilität.



19. Drücken Sie am SOLAR I-V die Taste (▼), um auf die dritte Bildschirmseite mit den Werten der AC Ausgangsparameter des Wechselrichters entsprechend der in § 5.2.2 vorgenommenen Einstellungen zu gelangen (Einphasen oder Dreiphasen 4-Leiter Messung).

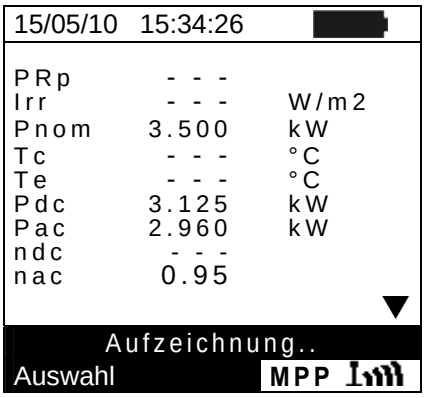
Besonders wichtige Anzeigewerte sind hier:
Vacxy = Wechselspannung zwischen Phase und Nullleiter bei Einphasensystem oder AC Spannungen zwischen den Phasen x und y bei 3 Phasensystem.
Iacx = AC Strom der Phase x.
Pacx = AC Leistung der Phase x.

Kontrollieren Sie die Messwerte Vac, Iac, Pac mit den Eigenschaften des gemessenen Systems auf Plausibilität.

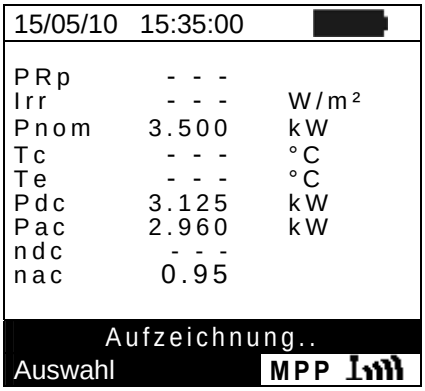


Displayanzeigebeispiel eines Dreiphasen PV Systemausgangs

20. Stellen Sie die 3 Geräte nicht weiter als ca. 1 m voneinander entfernt auf und drücken Sie am SOLAR I-V **GO/STOP**, um die Messwerteaufzeichnung zu beginnen. Sie erhalten nun folgende Anzeigen auf den Messgeräten:
    a. Am SOLAR I-V "**rec. start waiting**"
    b. Am SOLAR-02 "**HOLD**" und die Wartezeit in Sekunden vor Beginn der Aufzeichnung
    c. Am MPP300 leuchtet die STATUS LED jetzt dauerhaft grün.

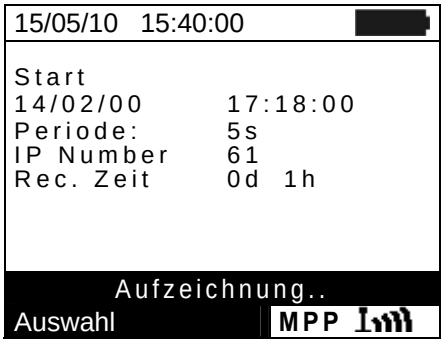


21. Sobald die Zahl "00" nach dem Drücken von **GO/STOP** erscheint, sind die Geräte untereinander synchronisiert und die Messung beginnt. Jetzt erscheinen auf den 3 Messgeräten folgende Anzeigen:
    a. Am SOLAR I-V "**Aufzeichnung..**" (Aufzeichnung läuft)
    b. Am SOLAR 02 "**Recording...**" (Aufzeichnung läuft)
    c. Am MPP300, blinkt die STATUS LED jetzt grün



22. Es ist jederzeit möglich, den aktuellen Stand der Aufzeichnung zu erfahren, wenn **MENU** gedrückt wird. Es erscheinen dann die folgenden Informationen:
    a. Datum und Uhrzeit des Aufzeichnungsbeginn
    b. Gewähltes Messintervall
    c. Anzahl der Aufzeichnungsintervalle seit Aufzeichnungsbeginn
    d. Restliche Aufzeichnungs-Speicherkapazität

Zum Verlassen dieses Menüpunkts drücken Sie die **ESC** Taste.



23. Jetzt kann das SOLAR-02 in die Nähe der PV Module der zu überwachenden Strings gebracht werden, um die Einstrahlstärke und Temperatur mit den entsprechenden Sonden zu messen. Sollte die Entfernung zwischen SOLAR-02 und MPP300 zu groß sein, um die Funkverbindung herzustellen, blinkt am SOLAR-02 ca. 30s lang das Symbol "" und verlischt danach. Das MPP300 sucht weiterhin die Funkverbindung mit dem SOLAR-02. Beide Messgeräte arbeiten nun autark weiter und zeichnen alle notwendigen Messwerte auf.

24. Positionieren Sie die Referenzmesszelle in gleicher Ausrichtung wie das PV Modul. Den richtigen Aufbau erfahren Sie aus der Bedienungsanleitung für die Referenzzelle.

25. Befestigen Sie die Temperatursonde mit einem Klebeband an der Rückseite des PV-Moduls,

26. Warten Sie ein paar Sekunden, damit die Sonden konstante Signale liefern und schließen dann die Referenzzelle- und die Temperatursonde an den **PYRA/CELL** und **TEMP** Eingang des SOLAR-02 an.

27. Warten Sie bis die "**READY**" Anzeige am SOLAR-02 erscheint und damit meldet, dass das SOLAR02 Sonneneinstrahldaten erhalten hat die oberhalb des gewählten Mindesgrenzwertes liegen (untere Messgrenze siehe § 5.1.5).

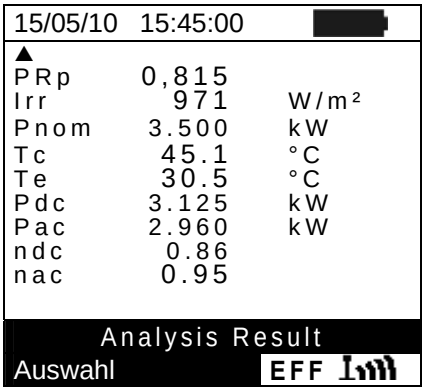
28. **Sobald "READY" am Display erscheint, empfehlen wir noch ca. 60 Sekunden lang, die Messung weiterzuführen, damit auch eine genügende Anzahl von Messintervallen aufgezeichnet werden kann.**

29. Trennen Sie daraufhin Einstrahl- und Temperatursonde vom SOLAR-02 und bringen letzteres in die Nähe des MPP300. Dann bringen Sie auch das SOLAR I-V in die Nähe des MPP300. Größter zulässiger Abstand unter den Geräten ist wieder 1 m.

30. Das SOLAR I-V muss im **EFF** Messmodus sein; Sollte kein Blinksymbol "" zu sehen sein, drücken Sie die Taste ▲, um die Funkverbindungssuche erneut zu aktivieren.

31. Drücken Sie ▼ Taste am SOLAR-02, um die Funkverbindung wieder einzuschalten. Daraufhin muss am SOLAR I-V die Meldung "active radio connection" (RF Anschluss aktiviert) erscheinen.

32. Zum Beenden der Prüfung, drücken Sie **GO/STOP** am SOLAR I-V und bestätigen mit **ENTER**, dass die Aufzeichnung beendet werden soll.
33. Am Display des SOLAR I-V erscheint "**DATA DOWNLOAD**", und zeigt damit an, dass die verschiedenen, gemessenen Daten ans Hauptgerät übertragen werden.
34. Nach Abschluss dieser Datenübertragung erscheinen am Messgerät automatisch die Leistungshöchstwerte. In der Bildschirm-Kopfzeile erscheinen:
    - **Impossible to analyze** (Analyse unmöglich), falls die gemessenen Einstrahlstärken nicht den eingestellten Mindestwert erreicht haben oder falls während der gesamten Messdauer kein gültiger Wert für den Wirkungsgrad gefunden wurde (nDC > 1.15 oder nAC >1).
35. Drücken Sie SAVE, um die Ergebnisse abzuspeichern (siehe § 7.1) oder drücken Sie ESC, um dieses Untermenü zu verlassen und zur vorhergehenden Bildschirmseite zurückzukehren.



6.2. I-U KENNLINIENMESSUNG

Mit dem Messgerät können Strom-Spannungs- (I-U) Kennlinien nach einem der folgenden Verfahren gemessen werden.

- I-U Kennlinienmessung mit direkter Einstrahlungs- und Temperaturmessung
- I-U Kennlinienmessung mit Einstrahlungs- und Temperaturmessung) mit Hilfe des externen Datenloggers SOLAR-02.

Die theoretischen Erläuterungen zu den Messungen erfahren Sie in § 11.1

6.2.1. PV Module / Stings testen (I-U Kennlinienmessung)

VORSICHT

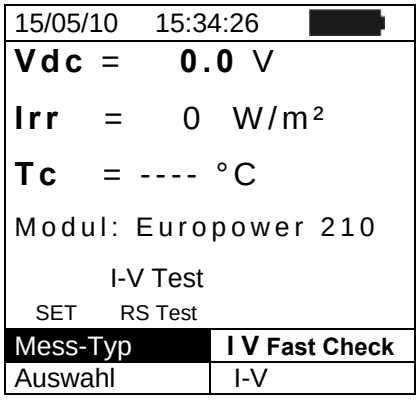
- Die höchstzulässige Spannung an den Eingängen P1, P2, C1 und C2 beträgt 1000V DC. Messen Sie bitte keine höheren Spannungen!
- Der größte, mit den Messgerät messbare Strom ist 10A DC
- Unterlassen Sie bitte auch Messversuche an PV Modulen oder Strings, die noch an den DC/AC Wechselrichter angeschlossen sind.

2. Schalten Sie das Messgerät mit der **ON/OFF** Taste ein.
3. Überprüfen Sie, ob in der Menüzeile für ein eventuell vorhandenes SOLAR-02 „Remote unit“ ein "NO" steht (siehe § 5.14)
4. Stellen Sie sicher, dass die Werte im Menue " Solarmeter/Remote unit" (Solar-02, siehe § 5.1.4.) dem Ausgangssignal der Referenzmesszelle HT304 und dem Typ des PV Moduls entsprechen, das gemessen werden soll.
5. Überprüfen Sie den eingestellten min. Grenzwert für die Einstrahlungsstärke (siehe § 5.1.5) Es wird empfohlen, die Messung gemäß der EN60891 bei einer Mindest-einstrahlung von ≥ 700 W/m^2 vorzunehmen.

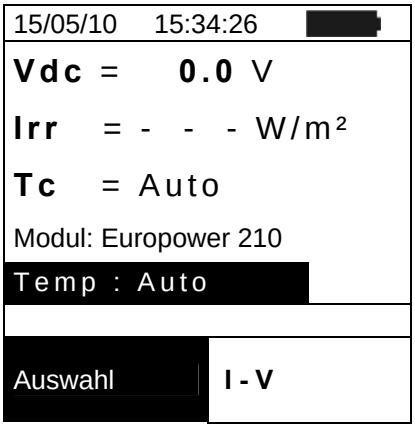
Anmerkung: Selbstverständlich sind mit dem SOLAR I-V und I-V400 auch aussagekräftige Messungen bei kleineren Einstrahlungswerten als 700W/m² durchführbar. Für gutachterliche Tätigkeiten sollten jedoch die Normenvorgaben berücksichtigt werden.

Eine Messung ohne angeschlossene Referenzelle ist nur möglich, wenn der Grenzwert für die Einstrahlung auf 000 W/m^2 eingestellt wird. Die gemessenen Werte und I-U Kennlinie können dann aber nicht auf STC umgerechnet werden.

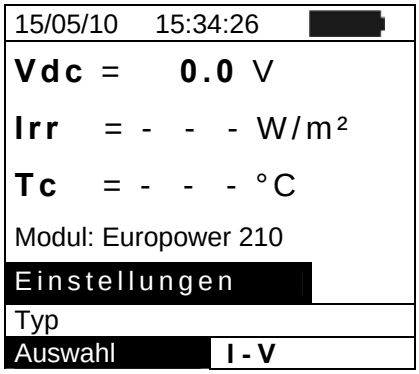
6. Gehen Sie zurück ins Hauptmenü und wählen dort "I-V" (I-U Messung)
7. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile **Mess. Type**
8. Mit der ▶ Pfeiltaste wählen Sie die Auswahl **I-V Test** und bestätigen diese durch Drücken der **ENTER** Taste



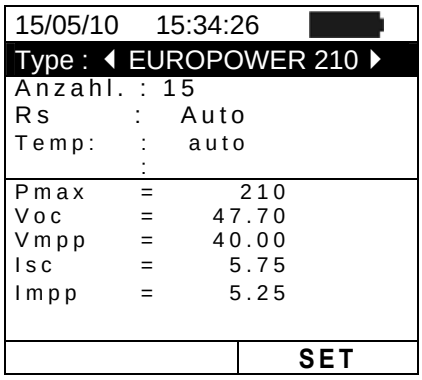
9. Sie erhalten eine Anzeige, wie nebenstehend:
   - Vdc = DC Ausgangsspannung des Moduls, gemessen zwischen den Messgeräteeingängen C1 und C2
   - Irr = mit der Referenzzelle gemessene Einstrahlstärke
   - Tc = Temperatur des PV Moduls. In diesem Feld sind die folgenden Optionen verfügbar:
   - ➢ AUTO → automatische Temperaturmessmethode
   - ➢ MAN → manuell eingegebene Temperatur
   - ➢ Aux→ mit Sonde zu messende Temperatur
   - Modul = Name des gewählten Moduls
   - Temp = Temperaturmessmethode PV Modul



9. Drücken Sie die **ENTER** Taste, wählen "**Einstellungen**" und bestätigen mit **ENTER**, um auf die nächste Bildschirmseite zu gelangen, wo Sie das Modell des PV Moduls auswählen und die Anzahl der Module in dem zu messenden String einstellen.



10. Bewegen Sie den Cursor mit den (◀,▶) Pfeiltasten, um einen in der Messgerätedatenbank hinterlegten PV Modultyp (§ 5.3.1) auszuwählen.
11. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile "Anzahl Module" und stellen mit den Pfeiltasten (◀,▶) die Anzahl der PV Module in dem zu prüfenden String ein. Der String darf maximal **50** Einzelmodule enthalten.
12. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile "Rs." und stellen mit den Pfeiltasten (◀,▶) ein, ob der Modul-Reihenwiderstand manuell (aus den hinterlegten Werten) oder automatisch aus der Messung ermittelt werden soll (§ 6.2.4).
13. Bewegen Sie den Cursor mit den (◀,▶) Pfeiltasten, um einen in der Messgerätedatenbank hinterlegten PV Modultyp (§ 5.3.1) zu wählen. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile "Temp" und wählen mit den Pfeiltasten (◀,▶) das für die Messung der Modul-Temperatur zu verwendende Verfahren:
    - ➢ **Auto**" → automatische Messung der Modulzellentemperatur, ermittelt aus der gemessenen Leerlaufspannung der Module.
    - ➢ "**Manuell**" → Die Modultemperatur wird vom Benutzer manuell eingegeben.
    - ➢ "**Aux**" → Die Temperatur wird mit Hilfe der am AUX Eingang angeschlossenen Temperatursonde PT300N gemessen.
14. Bestätigen Sie mit **SAVE** oder drücken Sie **ESC/MENU**, um das Menü ohne Abspeicherung zu verlassen.



15. Stellen Sie den mitgelieferten Neigungsmesser M304 auf die PV Moduloberfläche. **Überprüfen Sie, ob der Schatten des Messstabs "nicht über den Rand des auf dem Neigungsmesser eingezeichneten Kreises hinausragt" (Abb. 5b). Der Einfallswinkel**

der Sonnenstrahlen auf die PV Moduloberfläche würde sonst zu flach sein und nicht den normgerechten Testbedingungen der Solarmodul-Hersteller entsprechen. In diesem Fall ist keine Übereinstimmung der Messdaten mit jenen des Herstellers zu erwarten. Die Messungen müssen folglich zu einer anderen Tageszeit vorgenommen werden.

16. Befestigen Sie den Halter für die Referenzzelle mit den mitgelieferten Schrauben am Rahmen der PV Moduls und stecken Sie die Referenzzelle HT304 möglichst mit den **Anschlüssen nach unten gerichtet auf den Halter**. Die Zelle muss unbedingt exakt parallel zur Lage der PV-Module ausgerichtet werden. Befestigen Sie sie mit den mitgelieferten Schrauben.
17. Verbinden Sie den Mono oder Multi Ausgang der mitgelieferte Referenzzelle (Einstrahlungssensor) über das Verbindungskabel mit dem **IRR.** Eingang des Messgerätes ***(Achtung ! Ausgangssignal des HT304 an das I-V400 anpassen!)***

18. Falls erforderlich, befestigen Sie die Temperaturmesssonde PT300N mit einem Klebeband auf der PV Modulrückseite und schließen sie das Anschlusskabel am **AUX** Eingang des Messgeräts an.

19. Wie in Abb. 5a illustriert, schließen Sie das Messgerät an das PV Modul oder an den String an. Beachten Sie, dass der Minuspol des PV Moduls oder des Strings an den P1, C1 Messgeräte-Eingängen und deren Pluspol an den P2, C2 Eingängen angeschlossen werden muss.

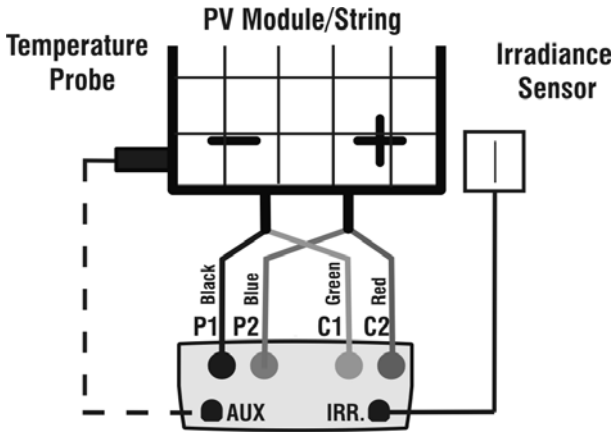


Abb. 5a: Anschluss des Messgeräts am PV Modul

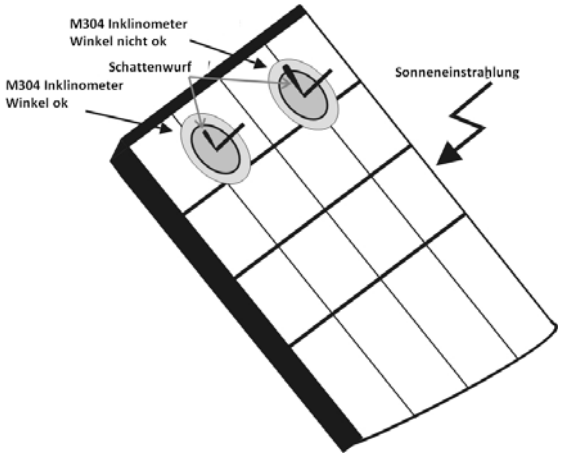
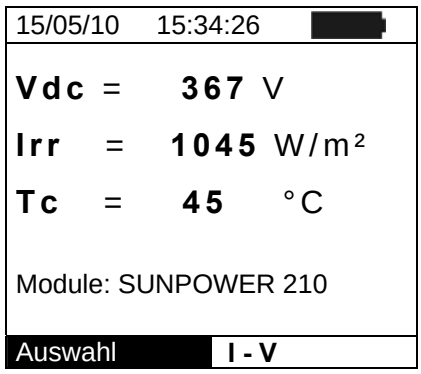


Abb. 5b: Positionierung des Inklinometers M304

VORSICHT

Die von dem I-V400 bzw. Solar I-V für Ausgangs-V DC und I DC Messungen des PV Moduls/Strings benutzte Methode ist die “4-Leiter Methode”. So ist es möglich, auch Messleitungen unterschiedlicher Länge für die Verbindung mit den Eingängen P1, C1, P2, C2 zu benutzen ohne die Notwendigkeit einer Kalibration zur Kompensation des Kabel-Widerstandes. Es wird empfohlen nur Messkabel mit einem Querschnitt von > 4mm² zu benutzen.

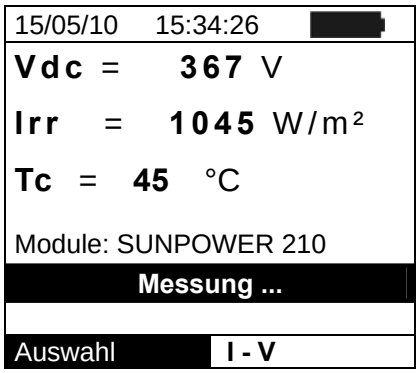
20. Nach Anschluss der Module/ Strings zeigt das Messgerät die Echtzeitwerte folgender Parameter an:
    - Vdc = Leerlaufspannung des angeschlossenen Moduls oder Strings
    - Irr = Wert der von der Referenzzelle gemessenen Einstrahlungsstärke
    - Tc = Temperatur des PV Moduls



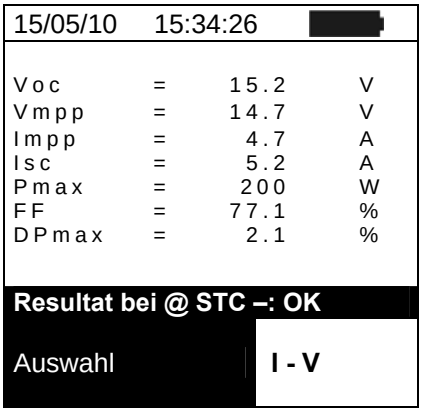
VORSICHT

Nach Drücken der **GO/STOP** Taste können verschiedene Fehlermeldungen erscheinen (siehe § 6.3) ohne dass das Messgerät die Prüfung beginnt. Suchen und eliminieren Sie möglichst die Fehlermeldung, bevor Sie die Prüfarbeiten fortsetzen.

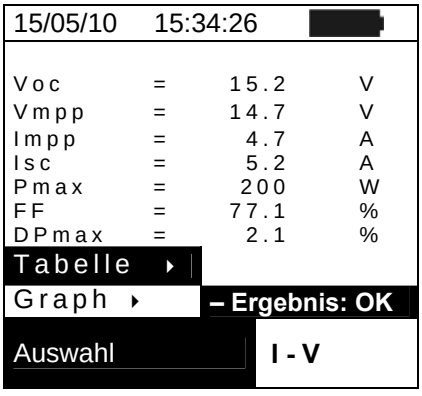
21. Drücken Sie **GO/STOP** zum Starten der Messung. Wenn keine der obigen Fehlermeldungen festgestellt wurde, erscheint am Display, je nach abgegebener Leistung während dem Test, einige Sekunden lang die Meldung "**Messung ...**".



22. Am Prüfende werden die Werte der typischen Modul-Parameter (alle bezogen auf ein einzelnes Modul und Standard-Testbedingung STC) vom Messgerät angezeigt (§ 6.2.3) und das Resultat (OK oder NICHT OK) basierend auf der automatisch durchgeführten Berechnung sowie:
    - die I-U-Kennlinie umgerechnet auf die Standard-Testbedingung STC
    - die Leistungsabweichung DPmax in % der maximalen vom Hersteller angegebenen Leistung



23. Drücken Sie **ENTER** damit die Messergebnisse gleichzeitig in Tabellenform und grafisch dargestellt werden (§ 6.2.3).
24. Mit der ▶ Pfeiltaste wählen Sie die bevorzugte Darstellung (Tabelle oder Graph)
25. Drücken Sie **SAVE**, zum Abspeichern des Ergebnisses oder drücken Sie statt SAVE **ESC/MENU** um ohne Messergebnisspeicherung ins Hauptmenü zurück zu gelangen.



6.2.2. PV Module / Strings testen (U-I Kennlinienmessung) mit dem SOLAR-02

I-U Kennlinienmessung und Irr/Temp (Einstrahl- und Temperaturmessung) mit dem SOLAR-02 lassen sich auf die folgenden Weisen ausführen:

- Das SOLAR-02 steht mit dem I-V400 bzw. SOLAR I-V in Funkverbindung.
- Das SOLAR-02 befindet sich im Synchron-Aufzeichnungsmodus (keine Funkverbindung mit dem I-V400 bzw. SOLAR I-V).

In diesem Modus wird die Temperatur des PV-Moduls und die aktuelle Einstrahlung während der I-U Kennlinienmessung mit dem externen Datenlogger SOLAR-02 erfasst. Somit ist eine ***kabelungebundene Messung*** zwischen dem I-V400 /SOLAR I-V und der Referenzzelle HT304 möglich. Andererseits ist bei dieser Messmethode eine sofortige Umrechung der Messwerte nach STC nicht möglich, aufgrund der fehlenden Temperatur und Einstrahlungswerte. Erst nach der drahtlosen Übertragung dieser Werte vom SOLAR-02 auf das SOLAR I-V bzw. I-V400 können auch die STC Kennlinien und STC Messwerte angezeigt werden.

6.2.2.1. I-U Kennlinienmessung mit SOLAR-02 und Funkverbindung (RF Modus)

Diese Betriebsart ist NUR möglich, wenn die Entfernung zwischen SOLAR-02 und SOLAR I-V eine unterbrechungslose, stabile Funkverbindung gestattet. Der maximale Abstand hängt von vorhandenen Hindernissen, der Luftfeuchtigkeit, usw. ab und beträgt im Allgemeinen nur einige Meter.

VORSICHT

- Die höchstzulässige Spannung an den Eingängen P1, P2, C1 und C2 beträgt 1000V DC. Messen Sie keine höheren Spannungen!
- Der größte, mit dem Messgerät messbare Strom ist 10A.
- Unterlassen Sie auch Messversuche an PV Modulen oder Strings, die noch an den DC/AC Wechselrichter angeschlossen sind.

1. Schalten Sie das Messgerät mit der **ON/OFF** Taste ein.
2. Überprüfen Sie, ob beim Messgerät die Option „**Remote JA“** im Menü Einstellungen/Solarmeter ausgewählt wurde (siehe § 5.1.1).
3. Schalten Sie das SOLAR-02 ein. Erscheint die Anzeige im oberen Teil der Anzeige, so ist der Radio Frequenz Modus **RF** aktiv. Die Aktivierung/Deaktivierung des Radio Frequenz Modus (rf) erfolgt durch Einschalten des SOLAR02 bei gleichzeitig gedrückter **FUNC** Taste (siehe auch Anleitung SOLAR-02).
4. Prüfen Sie auch, ob beim SOLAR02 die entsprechenden Spezifikationen der verwendeten Referenzelle HT304 (Parameter Alpha und Sensorausgangsignal) korrekt eingestellt sind. (siehe Anleitung SOLAR-02).
5. Überprüfen Sie den eingestellten min. Grenzwert für die Einstrahlungsstärke (siehe § 5.1.5) beim Messgerät. Es wird empfohlen, die Messung gemäß der EN60891 bei einer Mindesteinstrahlung von $\geq$ 700 W/m^2 vorzunehmen.

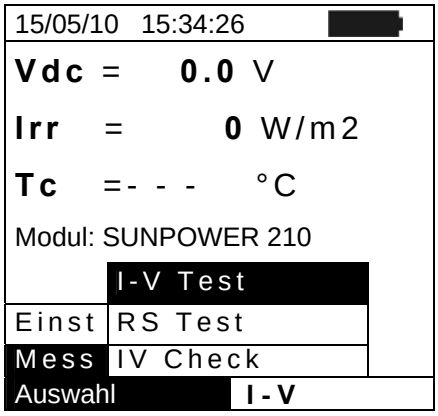
Anmerkung: Selbstverständlich sind mit dem SOLAR I-V und I-V400 auch aussagekräftige Messungen bei kleineren Einstrahlungswerten als 700W/m² durchführbar. Für gutachterliche Tätigkeiten sollten jedoch die Normenvorgaben berücksichtigt werden.

Eine Messung ohne angeschlossene Referenzelle ist nur möglich, wenn der Grenzwert für die Einstrahlung auf 000 W/m^{2}eingestellt wird. Die gemessenen Werte und I-U Kennlinie können dann aber nicht auf STC umgerechnet werden.

6. Gehen Sie zurück ins Hauptmenü und wählen dort "I-V" (I-U Messung)

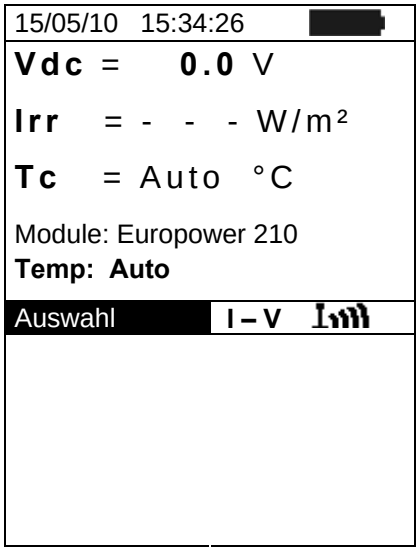
7. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile **Meas. Type**

8. Mit der ▶ Pfeiltaste wählen Sie die Auswahl **I-V Test** und bestätigen diese durch Drücken der **ENTER** Taste

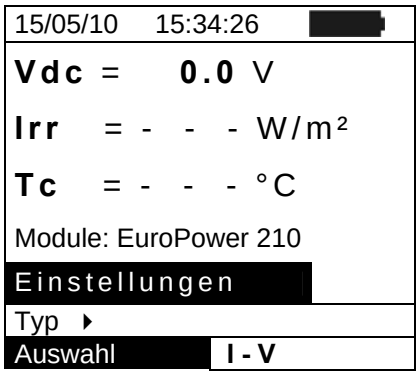


9. Schalten Sie das SOLAR-02 ein und warten Sie auf die Anzeige “Radio connection aktiv” im Display des I-V400 bzw. SOLAR I-V (Funkverbindung eingeschaltet)

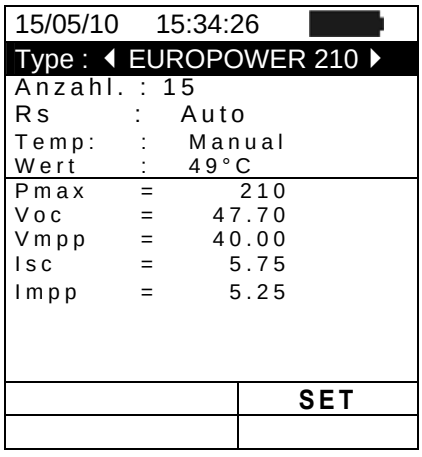
10. Sie erhalten eine Anzeige, die der nebenstehenden ähnelt, wobei:
    - Vdc = DC Leerlaufspannung des PV Moduls /Strings
    - Irr = mit der Referenzzelle gemessene Einstrahlstärke
    - Tc = Temperatur des PV Moduls. In diesem Feld sind die folgenden Optionen verfügbar:
    - ➢ AUTO → automatische Temperaturmessmethode
    - ➢ MAN → manuell eingegebene Temperatur
    - ➢ Aux→ mit Sonde zu messende Temperatur
    - Modul = Typ des gewählten Moduls
    - Temp = Temperaturmessmethode PV Modul
    - Die konstante Displayanzeige “ıllı” bedeutet, dass eine stabile Funkverbindung mit dem SOLAR-02 besteht.



11. Drücken Sie die **ENTER** Taste „**Einstellungen“** und bestätigen mit **ENTER**, um auf die nächste Bildschirmseite zu gelangen, wo Sie den Typ des PV Moduls und die Anzahl der Module in dem zu messenden String einstellen.



12. Bewegen Sie den Cursor mit den (◀,▶) Pfeiltasten, um einen in der Messgerätedatenbank hinterlegten PV Modultyp (§ 5.3.1) zu wählen.
13. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile “Anzahl Module” und stellen mit den Pfeiltasten (◀,▶) die Anzahl der PV Module in den zu prüfenden Strings ein. Der String kann maximal **50** Einzelmodule enthalten.
14. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile “Rs.” und stellen mit den Pfeiltasten (◀,▶) ein, ob der Modul-Reihenwiderstand manuell (aus den hinterlegten Werten) oder automatisch aus der Messung ermittelt werden soll (§ 6.2.4).
15. Mit den Pfeiltasten wählen Sie zunächst den Modultyp und die Temperaturmessmethode aus.



- **Auto**" → automatische Messung der Modultemperatur, ermittelt aus der gemessenen Leerlaufspannung der Module
- "**Manual**" → Die Modultemperatur wird vom Benutzer manuell eingegeben
- "**Aux**" → Die Temperatur wird mit Hilfe der am AUX Eingang angeschlossenen Temperatursonde PT300N gemessen

16. Bestätigen Sie mit **SAVE** oder drücken Sie **ESC/MENU**, um das Menü ohne Abspeicherung zu verlassen.

17. Stellen Sie den mitgelieferten Neigungsmesser M304 auf die PV Moduloberfläche. **Überprüfen Sie, ob der Schatten des Messstabes "nicht über den Rand des auf dem Neigungsmesser eingezeichneten Kreises hinausragt" (Abb. 6). Der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen auf die PV Moduloberfläche würde sonst zu flach sein und nicht den normgerechten Testbedingungen der Solarmodul-Hersteller entsprechen. In diesem Fall ist keine Übereinstimmung der SOLAR I-V Messdaten mit jenen des Herstellers zu erwarten. Die Messungen müssen folglich zu einer anderen Tageszeit vorgenommen werden.**

18. Befestigen Sie den Halter für die Referenzzelle mit den mitgelieferten Schrauben am Rahmen der PV Moduls und stecken Sie die Referenzzelle HT304 möglichst mit den **Anschlüssen nach unten gerichtet auf den Halter**. Die Zelle muss unbedingt exakt parallel zur Lage der PV-Module ausgerichtet werden. Befestigen Sie sie mit den mitgelieferten Schrauben.
19. Mit dem mitgelieferten Kabel schließen Sie den (je nach zu prüfendem Modultyp unterschiedlichen) passenden Ausgang der Einstrahlmesssonde am **PYRA/CELL** Eingang des SOLAR-02 an.
20. Falls benutzt, befestigen Sie die Temperatursonde PT300N mit Klebeband auf der PV Modulrückseite und schließen sie das Anschlusskabel am **TEMP** Eingang des SOLAR-02 an.
21. Wie in Abb. 7 illustriert, schließen Sie das Messgerät an das PV Modul oder an den String an. Beachten Sie, dass der Minuspol des PV Moduls oder des Strings an den P1, C1 Messgeräte-Eingängen und deren Pluspol an den P2, C2 Eingängen angeschlossen werden muss.

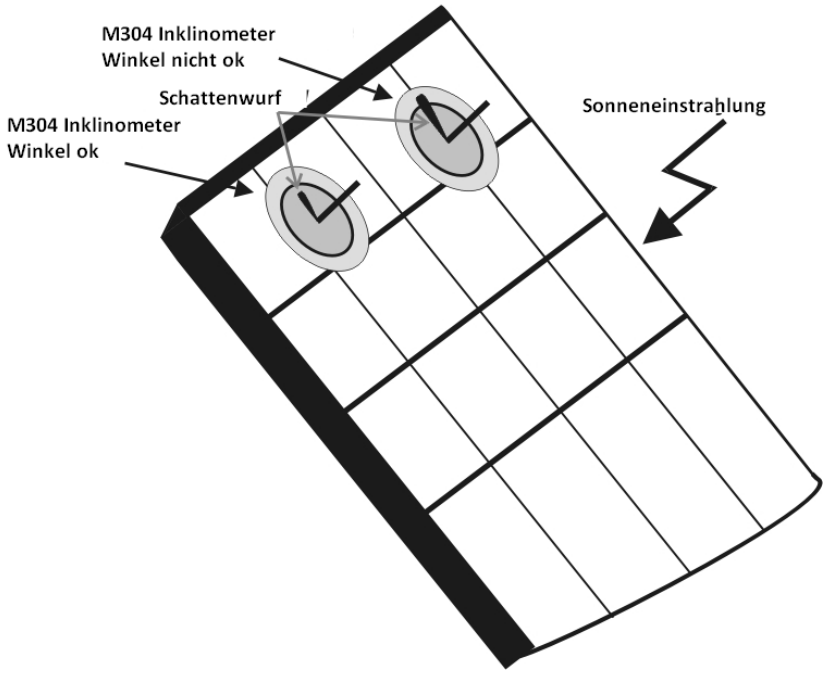


Abb. 6: Positionierung des Inklinometers M304

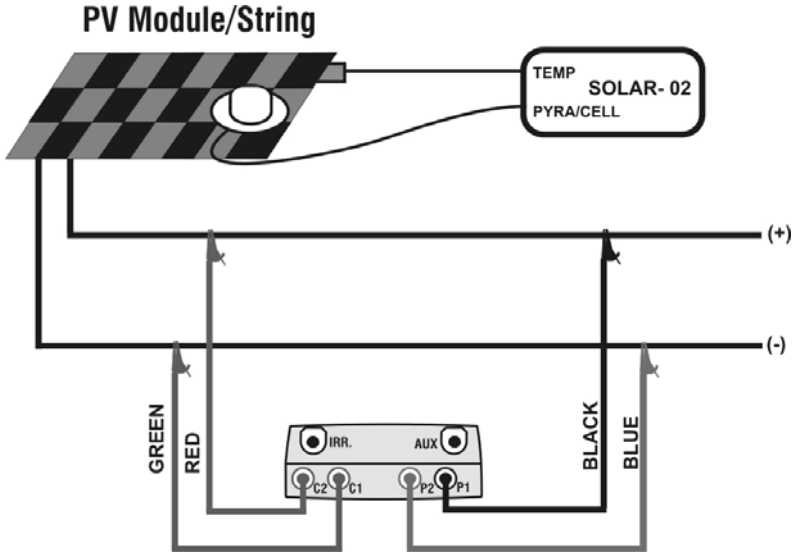
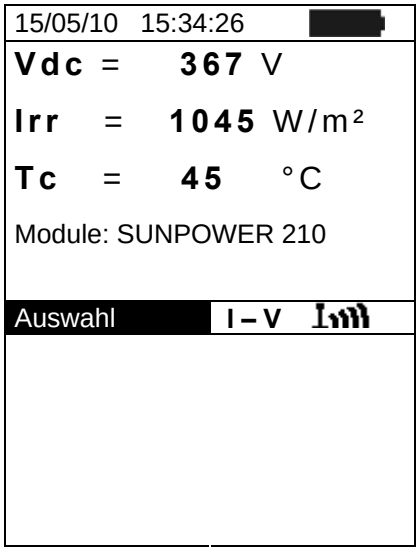


Abb.7: Anschluss des Messgerätes und SOLAR-02 an den String

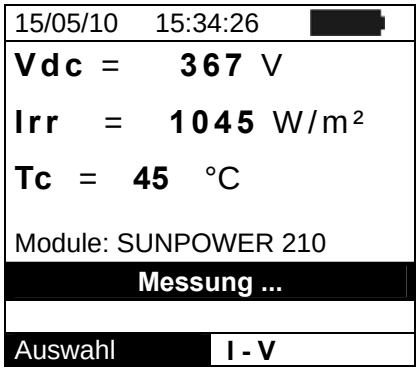
22. Sie erhalten eine Anzeige, die der nebenstehenden ähnelt, wobei:
    - Vdc = DC Leerlaufspannung des PV Moduls /Strings
    - Irr = mit der Referenzzelle gemessene Einstrahlstärke
    - Tc = Temperatur des PV Moduls. In diesem Feld sind die folgenden Optionen verfügbar:
    - ➢ AUTO → automatische Temperaturmessmethode
    - ➢ MAN → manuell eingegebene Temperatur
    - ➢ Aux→ mit der Sonde gemessene Temperatur
    - Modul = Typ des gewählten Moduls
    - Temp = Temperaturmessmethode PV Modul
    - Die konstante Displayanzeige "" bedeutet, dass eine stabile Funkverbindung mit dem SOLAR-02 besteht.



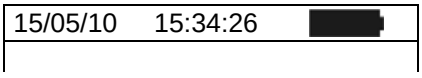
VORSICHT

Nach Drücken der **GO/STOP** Taste können verschiedene Fehlermeldungen erscheinen (siehe § 6.3) ohne dass das Messgerät die Prüfung beginnt. Suchen und eliminieren Sie möglichst die Fehlermeldung, bevor Sie die Prüfarbeiten fortsetzen.

23. Drücken Sie **GO/STOP** zum Starten der Messung. Wenn keine der obigen Fehlermeldungen festgestellt wurde, erscheint am Display, je nach abgegebener Leistung während dem Test, einige Sekunden lang die Meldung "**Messung ...**".



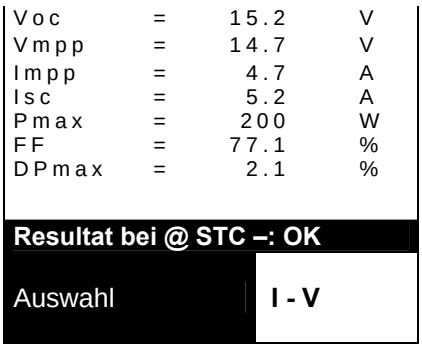
24. Am Prüfende werden die Werte der typischen Modul-

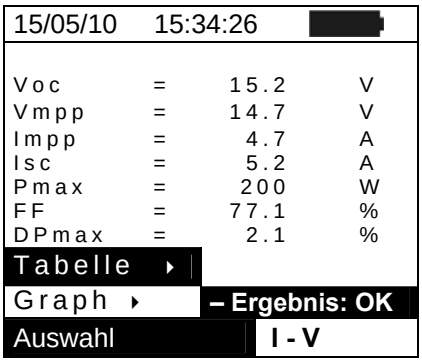


Parameter (alle bezogen auf ein einzelnes Modul und Standard-Testbedingung STC) vom Messgerät angezeigt (§ 6.2.3) und das Resultat (OK oder NICHT OK) basierend auf der automatisch durchgeführten Berechnung sowie:

- Die U-I Kennlinie umgerechnet auf die Standard-Testbedingung STC
- die Leistungsabweichung DPmax in % der maximalen vom Hersteller angegebenen Leistung

25. Drücken Sie **ENTER** damit die Messergebnisse gleichzeitig in Tabellenform und grafisch dargestellt werden (§ 6.2.3).
26. Mit der ▶ Pfeiltaste wählen Sie die bevorzugte Darstellung (Tabelle oder Graph)
26. Drücken Sie **SAVE**, zum Abspeichern des Ergebnisses oder drücken Sie statt SAVE **ESC/MENU** um ohne Messergebnisspeicherung ins Hauptmenü zurück zu gelangen.





6.2.2.2. I-U Kennlinienmessung mit SOLAR-02 in synchroner Aufzeichnung

In dieser Betriebsart werden Einstrahlstärke und Temperatur des PV Moduls autonom vom SOLAR-02 aufgezeichnet (***kabelungebundene Messung***) d.h. die I-U Kennlinie kann auch dann gemessen werden, wenn der große Abstand zwischen beiden Geräten keine Funkverbindung gestattet.

Da das I-V400 bzw. SOLAR I-V jedoch in dieser Betriebsart die Einstrahl- und Temperaturmesswerte nicht sofort, sondern erst dann vom SOLAR-02 erhält, wenn beide Geräte wieder in Funkverbindung stehen, sind die auf STC umgerechneten Messergebnisse nicht sofort verfügbar.

Erst nach der drahtlosen Übertragung dieser Werte vom SOLAR-02 auf das SOLAR I-V bzw. I-V400 können auch die STC Kennlinien und STC Messwerte angezeigt werden

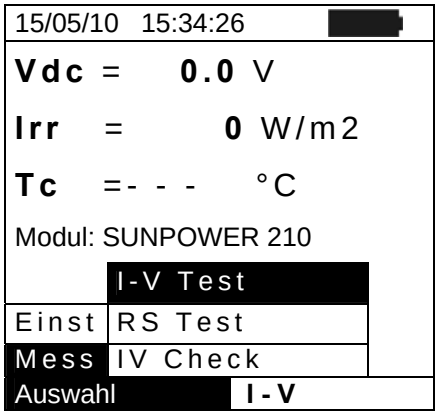
VORSICHT

- Die höchstzulässige Spannung an den Eingängen P1, P2, C1 und C2 beträgt 1000V DC. Messen Sie keine höheren Spannungen!
- Der größte, mit dem Messgerät messbare Strom ist 10A.
- Unterlassen Sie bitte auch Messversuche an PV Modulen oder Strings, die noch an den DC/AC Wechselrichter angeschlossen sind.

1. Schalten Sie das Messgerät mit der **ON/OFF** Taste ein.
2. Überprüfen Sie, ob beim SOLAR I-V bzw. I-V400 die Option „**Remote JA“** im Menü Einstellungen/Solarmeter ausgewählt wurde (siehe § 5.1.5)
3. Prüfen Sie den eingestellten min. Grenzwert für die Einstrahlungsstärke (siehe § 5.1.5) Es wird empfohlen, die Messung gemäß der EN60891 bei einer Mindesteinstrahlstärke von ≥ 700 W/m^2 vorzunehmen.

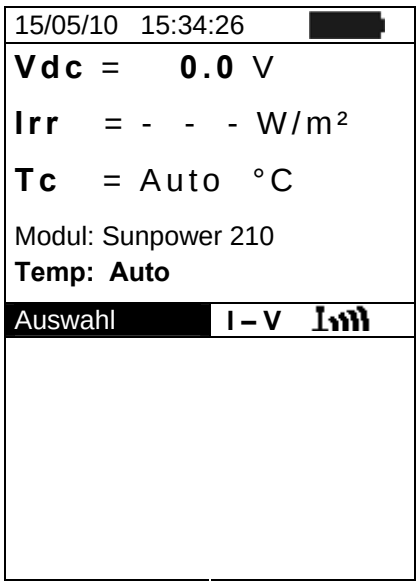
Anmerkung: Selbstverständlich sind mit dem SOLAR I-V und I-V400 auch aussagekräftige Messungen bei kleineren Einstrahlungswerten als 700W/m² durchführbar. Für gutachterliche Tätigkeiten sollten jedoch die Normenvorgaben berücksichtigt werden.

4. Gehen Sie zurück ins Hauptmenü und wählen dort "I-V" (I-U Messung)
5. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile **Meas. Type**
6. Mit der ▶ Pfeiltaste wählen Sie die Auswahl **I-V Test** und bestätigen diese durch Drücken der **ENTER** Taste



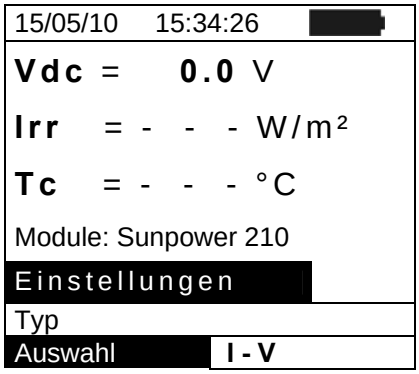
7. Schalten Sie das SOLAR-02 ein. Erscheint die Anzeige im oberen Teil der Anzeige, so ist der Radio Frequenz Modus **rf** aktiv. Die Aktivierung/Deaktivierung des Radio Frequenz Modus (rf) erfolgt durch Einschalten des SOLAR02 bei gleichzeitig gedrückter **FUNC** Taste (siehe auch Anleitung SOLAR-02 und warten Sie auf die Anzeige “Radio connection active” (Funkverbindung eingeschaltet) beim Messgerät.

8. Kontrollieren Sie den Ladezustand der SOLAR-02 Batterien (das "▭" Symbol "Batterie leer" darf nicht in der Anzeige stehen).
9. Prüfen Sie, ob beim SOLAR02 die entsprechenden Spezifikationen der verwendeten Referenzelle HT304 (Parameter Alpha und Sensorausgangsignal) korrekt eingestellt sind (siehe Anleitung SOLAR-02)
10. Ausgehend von Punkt 4: Sie erhalten eine Anzeige, die der Nebenstehenden ähnelt, wobei:

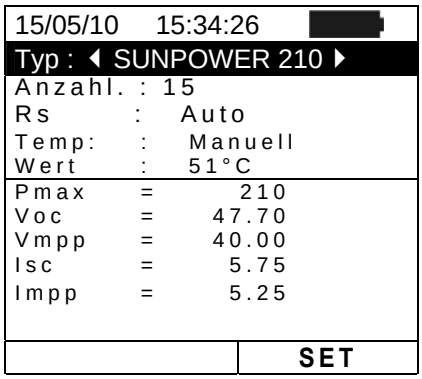


- Vdc = DC Leerlaufspannung des PV Moduls /Strings
- Irr = mit der Referenzzelle gemessene Einstrahlstärke
- Tc = Temperatur des PV Moduls. In diesem Feld sind die folgenden Optionen verfügbar:
  - ➢ AUTO → automatische Temperaturmessmethode
  - ➢ MAN → manuell eingegebene Temperatur
  - ➢ Aux→ mit Sonde zu messende Temperatur
- Modul = Typ des gewählten Moduls
- Temp = Temperaturmessmethode für das PV Modul
- Die konstante Displayanzeige "Ⅰıll" bedeutet, dass eine stabile Funkverbindung mit dem SOLAR-02 besteht.

11. Drücken Sie die **ENTER** Taste, Sie "Einstellungen" und bestätigen mit **ENTER**, um auf die nächste Bildschirmseite zu gelangen, wo Sie den Typ des PV Moduls und die Anzahl der Module in dem zu messenden PV String eingeben.



12. Bewegen Sie den Cursor mit den (◀,▶) Pfeiltasten, um einen in der Messgerätedatenbank hinterlegten PV Modultyp (§ 5.3.1) zu wählen.
13. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile "Anzahl Module" und stellen mit den Pfeiltasten (◀,▶) die Anzahl der PV Module in den zu prüfenden Strings ein. Der String kann maximal **50** Einzelmodule enthalten.
14. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile "Rs." und stellen mit den Pfeiltasten (◀,▶) ein, ob der Modul-Reihenwiderstand manuell (aus den hinterlegten Werten) oder automatisch aus der Messung ermittelt werden soll (§ 6.2.4).



15. Bewegen Sie den Cursor mit den (◀,▶) Pfeiltasten, um einen in der Messgerätedatenbank hinterlegten PV Modultyp (§ 5.3.1) zu wählen. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile "Temp" und wählen mit den Pfeiltasten (◀,▶) das für die Messung der Modul-Temperatur zu verwendende Verfahren:
    - ➢ **Auto**" → automatische Messung der Modultemperatur, ermittelt aus der gemessenen Leerlaufspannung der Module

- "**Manual**" → Die Modultemperatur wird vom Benutzer manuell im Feld **Value** eingegeben
- "**Aux**" → Die Temperatur wird mit Hilfe der am AUX Eingang angeschlossenen Temperatursonde PT300N gemessen

16. Bestätigen Sie mit **SAVE** oder drücken Sie **ESC/MENU**, um das Menü ohne Abspeicherung zu verlassen.

17. Stellen Sie den mitgelieferten Neigungsmesser M304 auf die PV Moduloberfläche. **Überprüfen Sie, ob der Schatten des Messstabs "nicht über den Rand des auf dem Neigungsmesser eingezeichneten Kreises hinausragt" (Abb. 8). Der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen auf die PV Moduloberfläche würde sonst zu flach sein und nicht den normgerechten Testbedingungen der Solarmodul-Hersteller entsprechen. In diesem Fall ist keine Übereinstimmung der Messdaten mit jenen des Herstellers zu erwarten. Die Messungen müssen folglich zu einer anderen Tageszeit vorgenommen bzw. wiederholt werden.**

18. Befestigen Sie den Halter für die Referenzzelle mit den mitgelieferten Schrauben am Rahmen der PV Moduls und positionieren Sie die Referenzzelle HT304 möglichst mit den **Anschlüssen nach unten gerichtet**. Die Zelle muss unbedingt exakt parallel zur Lage der PV-Module ausgerichtet werden. Befestigen Sie sie mit den mitgelieferten Schrauben.

19. Mit dem mitgelieferten Kabel schließen Sie den (je nach zu prüfendem Modultyp unterschiedlichen) passenden Ausgang der Einstrahlmesssonde am **PYRA/CELL** Eingang des SOLAR-02 an.
20. Falls sie benutzt wird, befestigen Sie die Temperaturmesssonde PT300N mit Klebeband auf der PV Modulrückseite und schließen sie am **TEMP** Eingang des SOLAR-02 an.

21. Wie in Abb. 9 illustriert, schließen Sie das Messgerät ans PV Modul oder an den String an. Beachten Sie, dass der Minuspol des PV Moduls oder des Strings an den P1, C1 Messgeräte-Eingängen und deren Pluspol an den P2, C2 Eingängen angeschlossen werden muss.

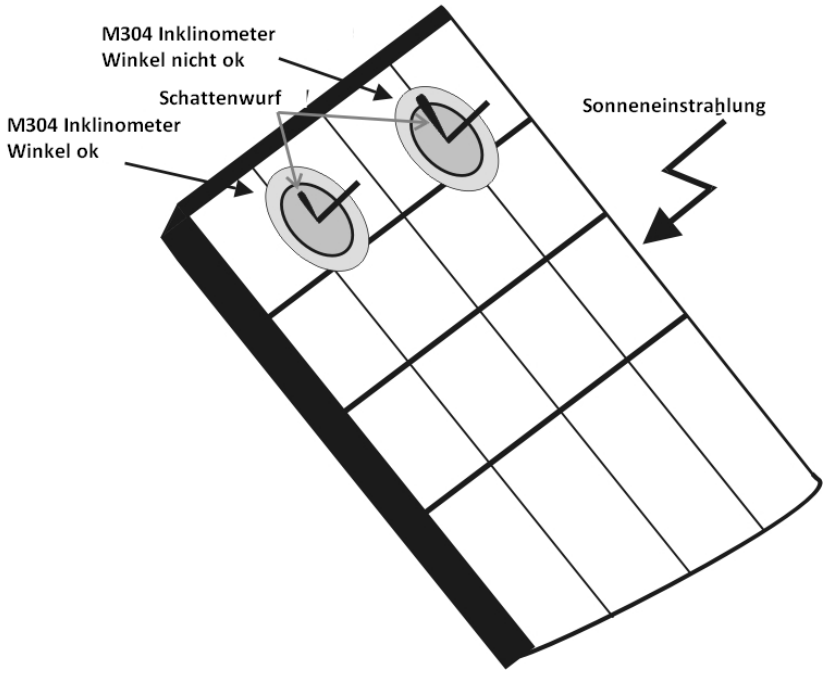


Abb. 8: Positionierung des Neigungsmessers M304

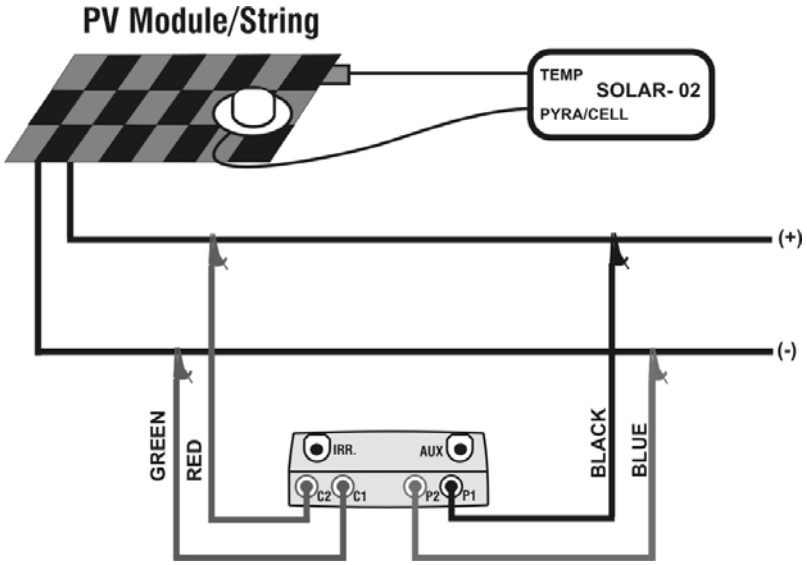
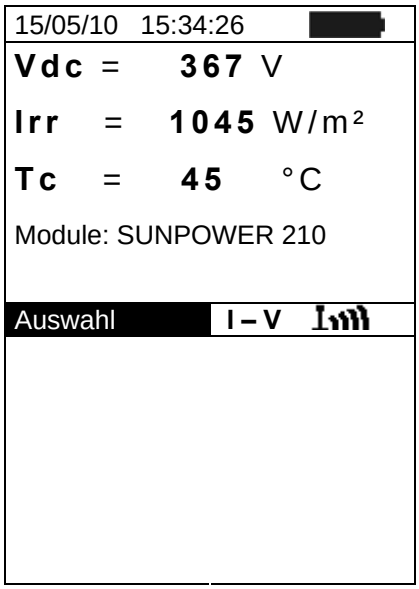
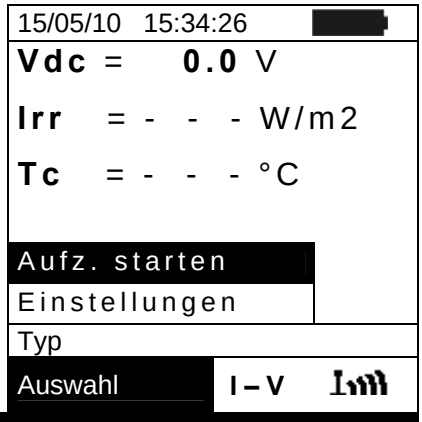


Abb 9: Anschluss des Messgerätes an den String

22. Sie erhalten eine Anzeige, die der nebenstehenden ähnelt, wobei:
    - Vdc = DC Leerlaufspannung des PV Moduls /Strings
    - Irr = mit der Referenzzelle gemessene Einstrahlstärke
    - Tc = Temperatur des PV Moduls. In diesem Feld sind die folgenden Optionen verfügbar:
    - ➢ AUTO → automatische Temperaturmessmethode
    - ➢ MAN → manuell eingegebene Temperatur
    - ➢ Aux→ mit Sonde zu messende Temperatur
    - Modul = Typ des gewählten Moduls
    - Temp = Temperaturmessmethode PV Modul
    - Die konstante Displayanzeige "Iıll" bedeutet, dass eine stabile Funkverbindung mit dem SOLAR-02 besteht.



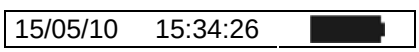
23. Drücken Sie **ENTER**, wählen "**Aufz. starten.**" (Aufzeichnung starten) und bestätigen mit **ENTER**. Im Display erscheint die Mitteilung "Remote unit recording…" (Solar 02 zeichnet Messwerte auf). Die zur Ermittlung der I-U Kennlinie auf STC benötigten Messwerte werden nun im SOLAR-02 gespeichert und können, nach Ende des Messvorgangs, im Messgerät verarbeitet und als Kennlinie dargestellt werden, sobald beide Geräte wieder Funkverbindung haben und die im SOLAR-02 gespeicherten Daten an das I-V400 bzw. SOLAR I-V übertragen wurden.



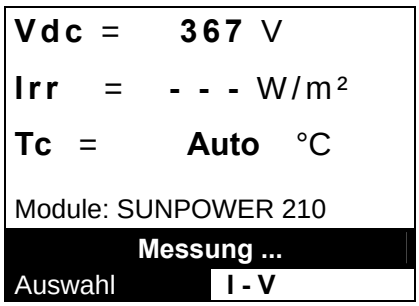
ACHTUNG

Nach Drücken der **GO/STOP** Taste können verschiedene Fehlermeldungen erscheinen (siehe § 6.3) ohne dass das Messgerät die Prüfung beginnt. Suchen und eliminieren Sie möglichst die Fehlermeldung, bevor Sie die Prüfarbeiten fortsetzen.

24. Drücken Sie **GO/STOP** zum Starten der Messung. Wenn



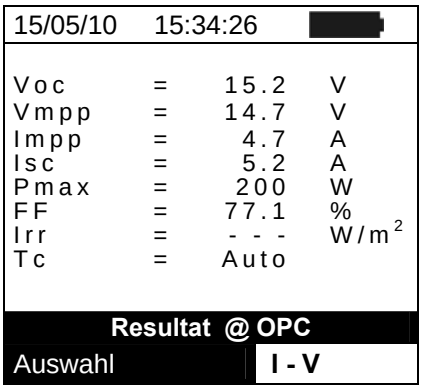
keine der obigen Fehlermeldungen festgestellt wurde, erscheint am Display, je nach abgegebener Leistung während dem Test, einige Sekunden lang die Meldung "**Messung ...**".



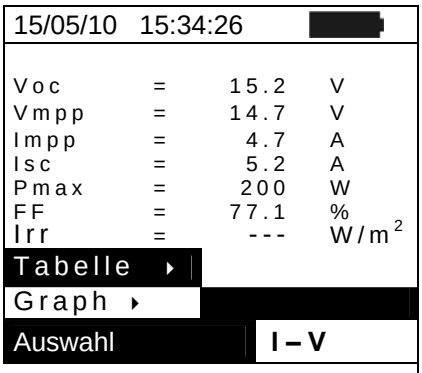
25. Am Ende der Anhand der obigen Punkte ausgeführten Messungen erscheint die Mitteilung "STC Daten verfügbar nach Stop rec" (nach Messwert-Aufzeichnungsende sind die auf STC umgerechneten Daten verfügbar) und die unter Betriebsbedingungen (OPC) erhaltenen Ergebnisse werden direkt angezeigt.

Hinweis:

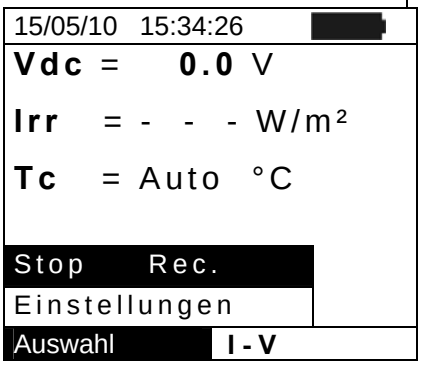
Die auf **STC**-Bedingung umgerechneten Werte werden erst nach Übertragung der Messdaten vom SOLAR-02 in das SOLAR I-V bzw. I-V400 angezeigt.



26. Drücken Sie **ENTER** damit die OPC Messergebnisse gleichzeitig in Tabellenform und grafisch dargestellt werden (§ 6.2.3).
27. Mit der ▶ Pfeiltaste wählen Sie die bevorzugte Darstellung.
28. Drücken Sie **SAVE** zum Abspeichern des Ergebnisses oder drücken Sie **ESC/MENU** um ohne Messergebnisspeicherung ins Hauptmenü zurück zu gelangen.



29. Haben Sie Ihre Messungen beendet, positionieren Sie nun das SOLAR-02 in die Nähe vom I-V400 bzw. SOLAR-I-V und reaktivieren Sie die Funkverbindung
30. Drücken Sie die **ENTER** Taste und wählen Sie die Auswahl "**Stop Aufzeichnung**".



31. Am Display des I-V400 / SOLAR I-V steht nun "**Download data**" und am SOLAR-02 erscheint gleichzeitig "**Send**". Jetzt werden die mit dem SOLAR-02 aufgezeichneten Einstrahlungswerte und Temperaturwerte auf das Messgerät übertragen.
32. Am Ende der Datenübertragung wird das SOLAR I-V bzw. I-V400 **automatisch** die Daten aus dem SOLAR-02 den im Messgerät bereits mit Zeit und Datum abgespeicherten OPC Messdaten zeitlich zuordnen. Die Bedeutung der einzelnen Messwerte werden in § 6.2.3 erklärt.
33. Nun können Sie sich die STC Daten (Messwerte und I-U Kennlinie) zu den einzelnen Messungen anzeigen lassen: 1.) ESC Taste Drücken -2.) Menue **MEM** Datenabruf wählen -3.) Messung auswählen mit ENTER

6.2.3. Messwerteerklärung

Die vom Messgerät erfassten und berechneten Parameterwerte haben folgende Bedeutung:

Parameter	Beschreibung
Pmax	Maximale vom I-V400 / SOLAR I-V gemessene Leistung des Solarmoduls
DPmax	Differenz in % von der gemessenen max. Leistung (bei STC) zur hinterlegten Leistung Pnom (bei STC)
FF	Füll Faktor in %
Voc	Leerlaufspannung
Vmpp	Spannung im Punkt der maximalen Leistung
Isc	Kurzschluss-Strom
Impp	Strom im Punkt der maximalen Leistung

Tabelle 2: Liste der vom Messgerät erfassten Parameter

Wobei:

- DPmax = **100 x ABS { (Pmax – Pnom) / Pnom**}

- Pnom = Nennleistung des PV-Moduls laut Herstellerdatenblatt
- FF = 100 x [(Vmpp x Impp) / (Voc x Isc)] = **Füll-Faktor**

Der **Füllfaktor** FF bezeichnet den Quotienten aus der maximalen Leistung einer Solarzelle am Maximum Power Point und dem Produkt aus Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom. (Verhältnis von der maximalen gemessenen Leistung zur Leerlaufleistung)

Das Messgerät gibt die hier angegebene und abschließende Meldung ab :

Antwort	Bedingung	Note
OK	$-Tol^{(-)} + \varepsilon^{Meter} \le \varepsilon^{Mis} \le Tol^{(+)} - \varepsilon^{Meter}$	(1)
OK*	die vorausgehende Relation (1) ist nicht bestätigt worden, aber gültig ist die hier angegebene : $-Tol(-) \le \varepsilon^{Mis} \le Tol(+)$	(2)
NO OK*	die Relationen (1) und (2) wurden nicht bestätigt, aber gültig ist die hier angegebene : $-Tol^{(-)} - \varepsilon^{Meter} \le \varepsilon^{Mis} \le Tol^{(+)} + \varepsilon^{Meter}$	(3)
NO OK	Keine der Relationen (1), (2) oder (3) wurden bestätigt	(4)

$Tol^{(-)} = Tol_{\%}^{(-)} * Pnom$ = Negative Toleranz als Absolutwert, vom Hersteller angegeben.

$Tol^{(+)} = Tol_{\%}^{(+)} * Pnom$ = Positive Toleranz als Absolutwert, vom Hersteller angegeben.

$\varepsilon^{Mis} = P_{Max}^{Mis} - P_{nom}$; = ΔPmax ist die Differenz zwischen den Messwerten und den eingegeben Werten.

ε^{Meter} = Absoluter Fehler der Messkette (Messgerät + Wandler am Punkt der Messaufnahme) im Hinblick auf die Fehler % und die angegeben Digit

(1) OK → Positives Testergebnis unter Berücksichtigung des Messkettenfehlers
(2) OK* → Positives Testergebnis ohne den Messkettenfehler
(3) NO OK* → Negatives Ergebnis kleiner als der Messkettenfehler
(4) NO OK → Negatives Ergebnis unter Berücksichtigung des Messkettenfehlers

6.2.4. Reihen- oder Serienwiderstand Rs

Der Serieninnenwiderstand Rs ist eines der typischen Parameter von Solarmodulen, der auf die I-U-Kennlinien-Messung Einfluss nehmen kann und ergibt sich aus dem Aufbau, dem verwendeten Material und Kabelanschluss des jeweiligen Moduls
Das Messgerät führt die Rs Messung in der angegeben" Weise durch :

- AUTOMATIK Modus: die Berechnung wird automatisch vom Messgerät durchgeführt basierend auf einer angenäherten Abschätzung anhand der gemessenen I-U-Kennlinie
- MANUELLER Modus: die Berechnung der STC Kennline wird durchgeführt, basierend auf den in der Datenbank hinterlegten Rs Wert des ausgewählten Moduls

6.2.4.1. Messung des Reihen- oder Serienwiderstands Rs

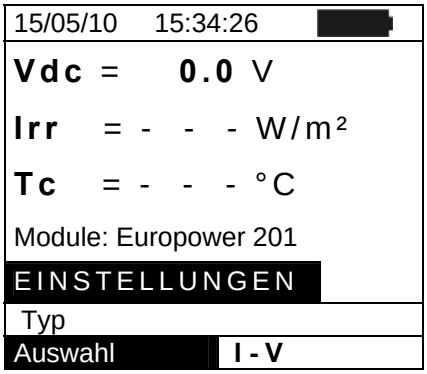
Der Normenstandard IEC/EN60891 definiert die Rs Messung durch 2 verschiedene aufeinanderfolgende Messungen unter folgenden Bedingungen :

- Messung 1: Einstrahlungsstärke >= 500W/m²
- Messung 2: Einstrahlungsstärke < 40% in Vergleich mit der Messung 1
  (z.B. mit teilweise abgedeckten Solaramodul)

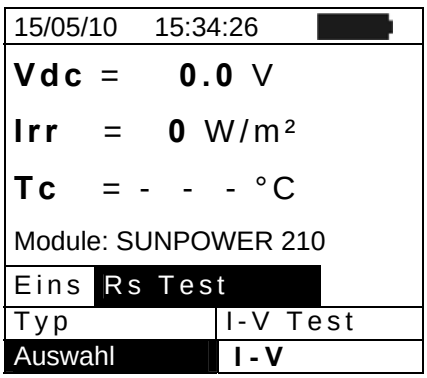
VORSICHT

Die höchstzulässige Spannung an den Eingängen P1, P2, C1 und C2 beträgt 1000V DC. Um das Messgerät oder seine Bauteile nicht zu beschädigen oder sogar Ihre Sicherheit aufs Spiel zu setzen, dürfen keine höheren Spannungen gemessen werden!

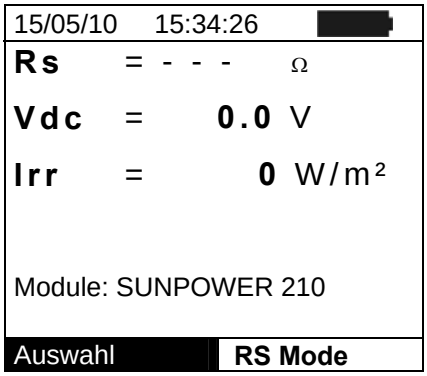
1. Schalten Sie das Messgerät mit der **ON/OFF** Taste ein.
2. Überprüfen Sie die Spezifikationen der Referenzelle HT304 (Parameter Alpha und Sensorausgangsignal) mit den eingestellten Daten im Menue Einstellungen/Solarmeter des SOLAR I-V bzw. I-V400 auf Übereinstimmung.
3. Kontrollieren Sie die am Messgerät angegebene Mindesteinstrahlsträrke (§ 5.1.5). Es wird empfohlen, die Messung mit einer Mindesteinstrahlstärke von ≥ **700 W/m²** vorzunehmen (in Anlehnung an die IEC/EN60891).
4. Drücken Sie **ESC/MENU**, um ins Hauptmenü zu gelangen
5. Wählen Sie "**I-V**" und drücken **ENTER**, um zur I-U Kennlinienmessung zu gelangen.
6. Drücken Sie **ENTER**, wählen "**Settings**" (Einstellungen) und bestätigen mit ENTER**. Wählen Sie aus den vorhandenen, im §** 5.3.1 beschriebenen PV Modellen eines aus, das dem zu prüfenden Modul entspricht.
7. Notieren Sie die Bezeichnung des ausgewählten Moduls (beispielsweise EUROPOWER 210) im Display



8. Drücken Sie **ENTER** und wählen dann mit den Pfeiltasten (▲,▼) "**Typ ▸**"
9. Gehen Sie mit der Pfeiltasten ▶ ins Untermenü, wählen dort "**Rs Test**" und bestätigen mit **ENTER**, um die Bildschirmseite Rs Messung zu öffnen.



10. Hiermit erscheint die folgende Anzeige:
    - Rs = Serienwiderstand
    - Vdc = DC Ausgangsspannung des PV Moduls
    - Irr = mit der Referenzelle gemessene Einstrahlstärke
    - Modul = ausgewähltes PV Modul



11. Stellen Sie den mitgelieferten Neigungsmesser M304 auf die PV Moduloberfläche. **Überprüfen Sie, ob der Schatten des Messstabs "nicht über den Rand des auf dem Neigungsmesser eingezeichneten Kreises hinausragt" (Abb. 10b). Der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen auf die PV Moduloberfläche würde sonst zu flach sein und nicht den normgerechten Testbedingungen der Solarmodul-Hersteller entsprechen. In diesem Fall ist keine Übereinstimmung der SOLAR I-V Messdaten mit jenen des Herstellers zu erwarten. Die Messungen müssen folglich zu einer anderen Tageszeit vorgenommen werden.**
12. Verbinden Sie den Mono oder Multi Ausgang der mitgelieferten Referenzzelle (Einstrahlungssensor) über das Verbindungskabel mit dem **IRR.** Eingang des Messgerätes.
13. Befestigen Sie die Referenzzelle an der Halterung mit Hilfe der Schrauben und richten Sie es mit den Anschlüssen nach unten zeigend aus. Die Zelle muss unbedingt exakt parallel zur Lage der PV-Module ausgerichtet. Befestigen Sie sie mit den mitgelieferten Schrauben.
14. Schließen Sie, wie in Abb. 10a gezeigt, das Messgerät an das zu prüfende Modul an und beachten Sie, dass der Minuspol des PV Moduls oder des Strings an den P1, C1 Messgeräte-Eingängen und deren Pluspol an den P2, C2 Eingängen angeschlossen werden muss.

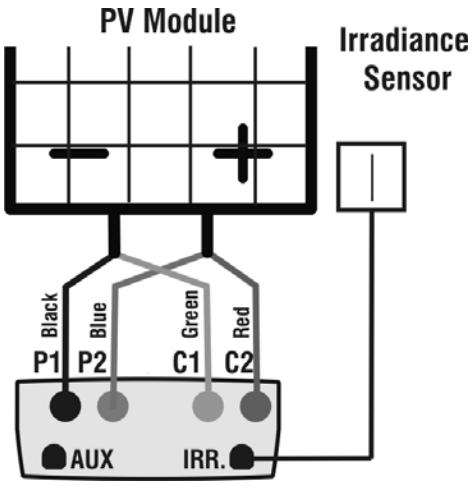


Abb. 10a: Anschluss des Messgerätes an ein PV Modul

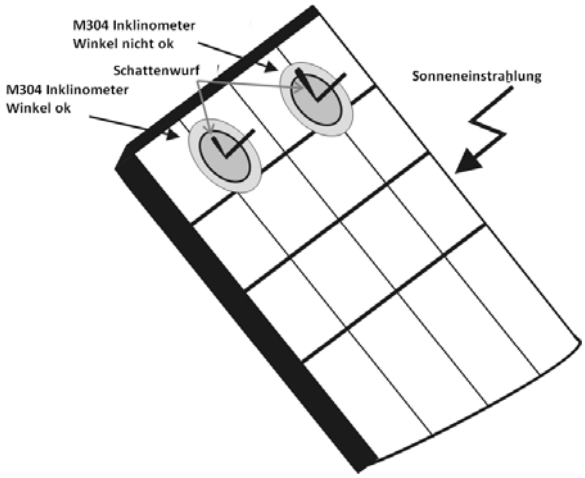
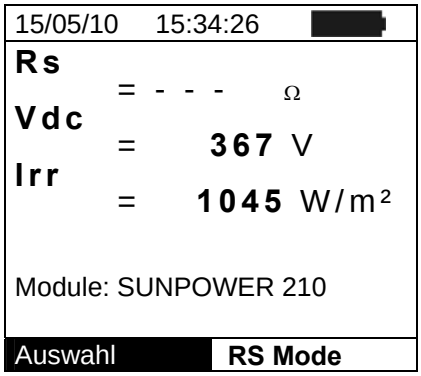


Abb. 10b: Anbringung des Neigungsmessers M304

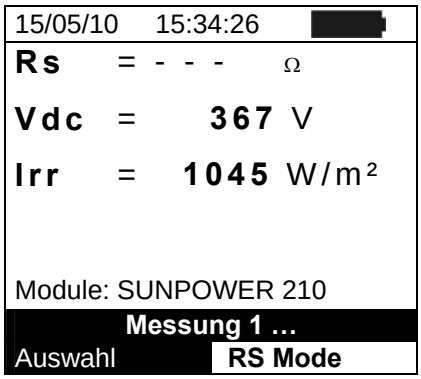
15. Nach Anschluss der PV Module zeigt das Messgerät die Echtzeitwerte folgender Parameter an:
    - Leerlaufspannung Uoc
    - Mit der Referenzzelle gemessene Einstrahlstärke auf die PV Anlage



VORSICHT

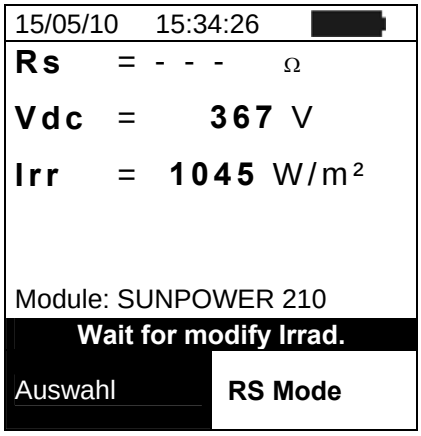
Nach Drücken der **GO/STOP** Taste können verschiedene Meldungen erscheinen (§ 6,3) ohne dass das Messgerät eine Prüfung ausführt. Suchen und eliminieren Sie möglichst den Fehler, bevor Sie die Prüfarbeiten fortsetzen.

16. Drücken Sie **GO/STOP** zum Starten der Messung. Wenn keine der obigen Fehlermeldungen festgestellt wurde, erscheint am Display "**Measuring 1 running…**" für ca. 5 s während das Messgerät die erste Rs Messung unter den Bedingungen für die Einstrahlungsstärke vornimmt.



17. Nachdem die erste Messung durchgeführt ist, tritt das Messgerät in einen Wartemodus ein, für den Start der zweiten Messung, die mit abgedecktem Solarmodul durchgeführt werden sollte und der Meldung "**Wait for modify Irrad.**" (Warte für eine Änderung der Einstrahlung).

18. Bedecken Sie das PV-Modul unter Test und die Referenzzelle zur Reduzierung des Einstrahlungsstärkewertes z.B. mit einer weißen Plexiglas-Scheibe um mindestens 40% und max 70% im Vergleich zur vorherigen Messung.



VORSICHT

- Achten Sie darauf, während der Abschattung die Neigung des Moduls und der Referenzzelle nicht zu verändern; dies würde das Messergebnis verfälschen.
- Nach Drücken der **GO/STOP** Taste können verschiedene Meldungen erscheinen (§ 6.3) ohne dass das Messgerät eine Prüfung ausführt. Suchen und eliminieren Sie möglichst den Fehler, bevor Sie die Prüfarbeiten fortsetzen.

19. Drücken Sie **GO/STOP** zum Starten der zweiten Messung. Wenn keine der oben erwähnten Fehlermeldungen aufgetreten ist, berechnet das Messgerät den Serienwiderstand Rs als Ergebnis aus den zwei vorherigen Messungen an.

20. Drücken Sie **SAVE** Solange die Abspeicherung läuft, wird "Daten werden gespeichert" angezeigt. Mit **ESC/MENU** gelangen Sie ohne Abspeicherung ins vorhergehende Menü.

6.3. SCHNELLTEST AN PV-MODULEN UND STRINGS (IVCK)

6.3.1. Allgemeine Informationen

Diese Funktion ermöglicht die Durchführung einer schnellen Prüfung eines PV Moduls / Strings (Messung der Leerlaufspannung und des Kurzschlussstrom nach IEC EN 62446). Zusätzlich können auch die Einstrahlungs – und die PV-Modultemperaturwerte mit gemessen werden.

Die Einstrahlungsmessung kann nur ausgeführt sofern eine der nachfolgenden Bedingungen erfüllt wird:

- Einstrahlungssensor direkt am I-V400 oder am SOLAR IV angeschlossen.
- Einstrahlungssensor am SOLAR-02 angeschlossen und RF Verbindung zum I-V400 oder SOLAR IV.

Da die Einstrahlungsmessungen immer in Echtzeit erfolgen, ist es hierbei unmöglich eine "remote" Aufnahme der Einstrahlungsstärke über das SOLAR-02 starten.

Wenn der Mindestwert "Min Irr IV" auf "000 W/m2" eingestellt wird, (siehe § 5.1.5) sind die Messungen auch bei stark schwankenden Einstrahlungswerten und auch ohne Anschluss der Referenzzelle HT304 am IRR Eingang des Messgerätes möglich. ***Die gemessenen Werte (***Voc und Isc) ***können dann aber nicht auf STC umgerechnet werden.*** Dieser Modus eignet sich, um eine Vielzahl von Messungen ohne Rücksicht auf die Einstrahlungsverhältnisse durchführen zu können.

Es wird empfohlen, die Messung gemäß der EN60891 bei einer Mindesteinstrahlung von $\geq$ 700 W/m^2 vorzunehmen. In diesem Fall überprüft das Messgerät auch die eingegebene Anzahl der PV Modul pro String über den Abgleich mit der gemessenen Leerlaufspannung, sowie die Temperatur im Automatikmodus und berechnet die gemessenen Werte Voc und Isc auf STC Standard.

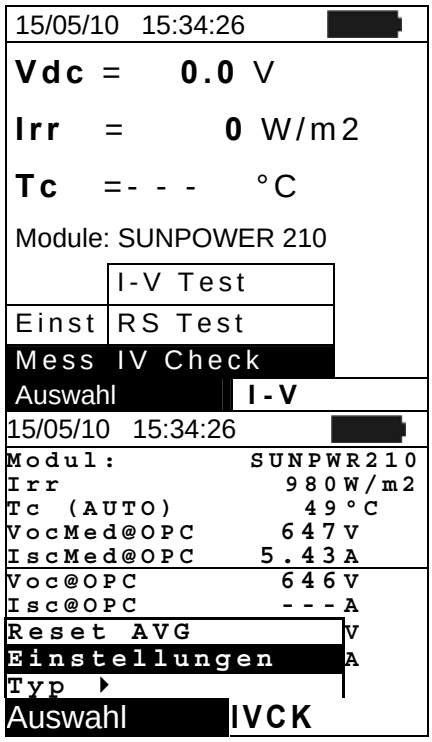
Die Messgeräteanzeige im Modus IV-CHECK beinhaltet

- Beschreibung der Module
- Einstrahlungs und Temperaturwerte (sofern verfügbar)
- Mittelwerte von Voc und Isc, ermittelt aus dem Mittelwert der 10 letzten OPC Messwerten der abgespeicherten Messungen. Sofern die Anzahl der abgespeicherten Messungen < 10 ist, werden nur die verfügbaren Messungen herangezogen. Die erste Messung wird noch im Feld "Mittelwerte" ("average values") keine Werte anzeigen, da keine vorherigen Messungen vorliegen aus denen ein Mittelwert berechnet werden könnte.
- Die Werte von Voc und Isc gemessen unter OPC (OPerating Conditions) sowie jegliche Teilergebnisse die durch Vergleich mit den Mittelwerten ermittelt wurden.
- Die Werte von Voc und Isc gemessen unter STC (sofern verfügbar) sowie jegliche Teilergebnisse die durch Vergleich mit den berechneten STC und den Nennwerten (hinterlegt in der DB Moduldatenbank) ermittelt wurden.
- Das Testergebnis (OK(NO). Das Testergebnis wird aus den Einzelergebnisses ermittelt.
  - Basierend aus den Einzelergebnissen unter STC (sofern diese verfügbar sind)
  - Basierend aus den Einzelergebnissen unter OPC (sofern STC Werte nicht verfügbar)

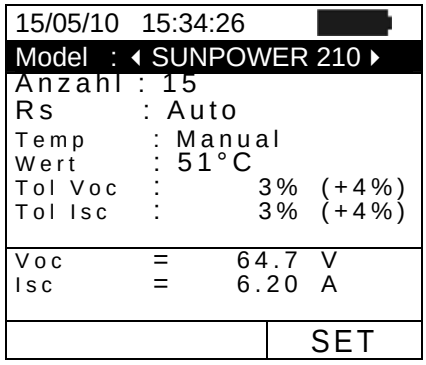
Das Instrument wird kein Endergebnis anzeigen sofern keine Einzelergebnisses verfügbar sind.

6.3.2. Voreinstellungen

1. Schalten Sie das Messgerät mit der **ON/OFF** Taste ein.
2. Drücken Die die **ESC/MENU** Taste um zur Anzeige des Haupt-Menues zu gelangen.
3. Wählen Sie "**I-V**" und drücken **ENTER**.
4. Sofern der aktuelle Modus **IVCK** nicht bereits ausgewählt ist, drücken Sie **ENTER**, und wählen "**Messung**" mit den Pfeiltasten (▲,▼). Mit der Pfeiltaste ▶ gelangen Sie in das Untermenü, wählen Sie "**IV Check**" und bestätigen diese durch Drücken der **ENTER** Taste. Sie erhalten nun den Eingangsbildschirm von PV Schnelltest IV-CHECK.



5. Drücken Sie die **ENTER** Taste „**Einstellungen"** und bestätigen mit **ENTER**, um auf die nächste Bildschirmseite zu gelangen, wo Sie den Typ des PV Moduls und die Anzahl der Module in dem zu messenden String einstellen.



6. Bewegen Sie den Cursor mit den (◀,▶) Pfeiltasten, um einen in der Messgerätedatenbank hinterlegten PV Modultyp (§ 5.3.1) zu wählen.
7. Mit den Pfeiltasten (▲,▼), gehen Sie nun in die Menüzeile "Anzahl Module" und stellen mit den Pfeiltasten (◀,▶) die Anzahl der PV Module in den zu prüfenden Strings ein. Der String kann maximal **50** Einzelmodule enthalten.
8. Bewegen Sie den Cursor mit den (◀,▶) Pfeiltasten, um einen in der Messgerätedatenbank hinterlegten PV Modultyp (§ 5.3.1) zu wählen. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) gehen Sie nun in die Menüzeile "Temp" und wählen mit den Pfeiltasten (◀,▶) das für die Messung der Modul-Temperatur zu verwendende Verfahren:
   - "**Auto**" → automatische Messung der Modulzellentemperatur, ermittelt aus der gemessenen Leerlaufspannung der Module
   - **Manuell**" → Die Modultemperatur wird vom Benutzer manuell eingegeben"
   - **Aux**" → Die Temperatur wird mit Hilfe der am AUX Eingang angeschlossenen Temperatursonde PT300N gemessen

Bemerkung: Die Einstellungen für den Parameter "Rs" werden bei der IVCK Messung nicht benötigt und daher ignoriert.

9. Mit den Pfeiltasten (▲,▼), wählen Sie "Tol Voc"und "Tol Isc" , nun stellen Sie mit den Pfeiltasten (◀ , ▶) die Toleranzwerte für die Leerlaufspannung (Voc) und den Kurzschlussstrom (Isc) laut Herstellerdatenblatt ein (erlaubte Werte sind: +0% .. +25%). Bitte beachten Sie, dass die Messgeräteungenauigkeit mit in das Endergebnis (OK/NO) einbezogen wird.

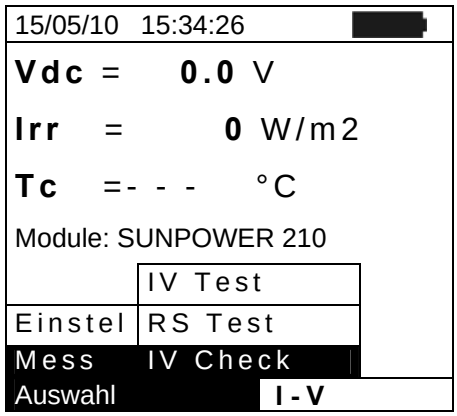
10. Drücken Sie **SAVE**, zum Abspeichern des Ergebnisses oder drücken Sie **ESC/MENU** um ohne Messergebnisspeicherung ins Hauptmenü zurück zu gelangen.

6.3.3. Schnelltest IVCK ohne Einstrahlungsmessung

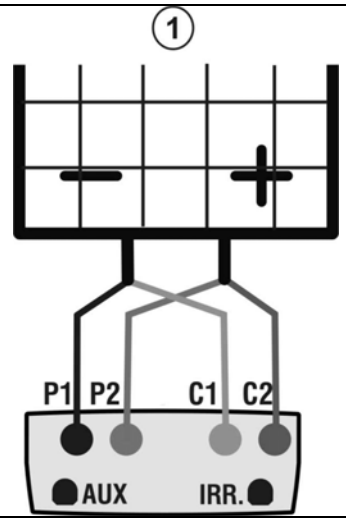
VORSICHT

- Die höchstzulässige Spannung an den Eingängen P1, P2, C1 und C2 beträgt 1000V DC. Messen Sie keine höheren Spannungen!
- Der größte, mit dem Messgerät messbare Strom ist 10A.
- Unterlassen Sie bitte auch Messversuche an PV Modulen oder Strings, die noch an den DC/AC Wechselrichter angeschlossen sind.

1. Schalten Sie das Messgerät mit der **ON/OFF** Taste ein.
2. Überprüfen Sie, ob beim Messgerät die Option „**Remote No“** im Menü Einstellungen/Solarmeter ausgewählt wurde (siehe § 5.1.1).
3. Überprüfen Sie den eingestellten min. Grenzwert für die Einstrahlungsstärke (siehe § 5.1.5) beim Messgerät. Er sollte in diesem Fall auf 0 W/m² eingestellt sein
4. Gehen Sie zurück ins Hauptmenü und wählen dort "I-V" (I-U Messung)
5. Wählen Sie die Auswahl I**-V** und bestätigen Sie mit **ENTER**, um auf die nächste Auswahl der PV Modul Leistungsmessung zu gelangen. Üblicherweise wird die zuletzt gewählte Einstellung angezeigt.
6. Sofern der aktuelle Modus **IVCK** nicht bereits ausgewählt ist, drücken Sie **ENTER**, und wählen “**Messung**” mit den Pfeiltasten (▲,▼). Mit der Pfeiltaste ▶ gelangen Sie in das Untermenü, wählen Sie “**IV Check**” und bestätigen diese durch Drücken der **ENTER** Taste. Sie erhalten nun den Eingangsbildschirm von PV Schnelltest IV-CHECK



7. Überprüfen Sie die Voreinstellungen basierend auf den Beschreibung in Kapitel 6.3.2
8. Wie in der nachfolgenden Abbildung illustriert, schließen Sie das Messgerät an das PV Modul oder an den String an. Beachten Sie, dass der Minuspol des PV Moduls oder des Strings an den P1, C1 Messgeräte-Eingängen und deren Pluspol an den P2, C2 Eingängen angeschlossen werden muss.



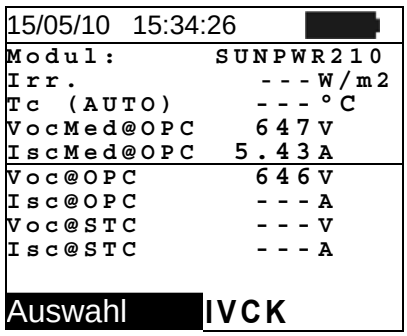
Legend:

P1: schwarzes Kabel
P2: blaues Kabel
C1: grünes Kabel
C2: rotes Kabel

1: Modul oder PV String

Anschlussdiagramm vom Messgerät and das PV Modul / String
bei IV CHECK Messung (Schnelltest) ohne Einsatz der Referenzzelle

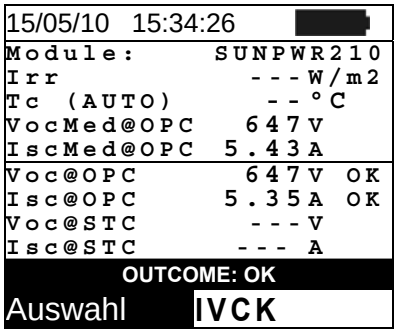
9. Der Eingangsbildschirm im **IVCK** Modus zeigt folgende Werte an.
   - ➢ Modulname
   - ➢ Die Mittelwerte von Voc und Isc unter OPC Konditionen
   - ➢ Die gemessenen Werte von Voc unter OPC Konditionen



WARNING

Nach Drücken der **GO/STOP** Taste können verschiedene Meldungen erscheinen (siehe auch § 6.3) ohne dass das Messgerät eine Prüfung ausführt. Suchen und eliminieren Sie möglichst den Fehler, bevor Sie die Prüfarbeiten fortsetzen.

10. Drücken Sie **GO/STOP** zum Starten der Messung. Wenn keine Fehlermeldungen auftreten, wird das Instrument im Display folgende Daten anzeigen:
    - ➢ Modulname bzw. Modultyp
    - ➢ Die Mittelwerte von Voc und Isc unter OPC Konditionen
    - ➢ Die gemessenen Werte von Voc und Ioc unter OPC Konditionen und das Teilergebnis resultierend aus dem Vergleich der Mittelwerte. Es gilt allgemein:



$$\text{Ergebnis } Voc@OPC = OK \quad \text{wenn} \quad 100 \times \left| \frac{VocAvg@OPC - Voc@OPC}{VocAvg@OPC} \right| \leq (\text{Tol Voc} + 4\%)$$

$$\text{Ergebnis } Isc@OPC = OK \quad \text{wenn} \quad 100 \times \left| \frac{IscAvg@OPC - Isc@OPC}{IscAvg@OPC} \right| \leq (\text{Tol Isc} + 4\%)$$

    - ➢ Das Hauptergebnis ist wie folgt zu deuten:
      - o OK: sofern alle Messergebnisse unter OPC OK sind,
      - o NO: sofern eines der Messergebnisse unter OPC nicht OK ist

11. Drücken Sie die **SAVE** Taste zum Abspeichern des Ergebnisses oder drücken Sie **ESC/MENU** um ohne Messergebnisspeicherung ins Hauptmenü zurück zu gelangen

Anmerkung zu den angezeigten MITTELWERTEN (AVG)

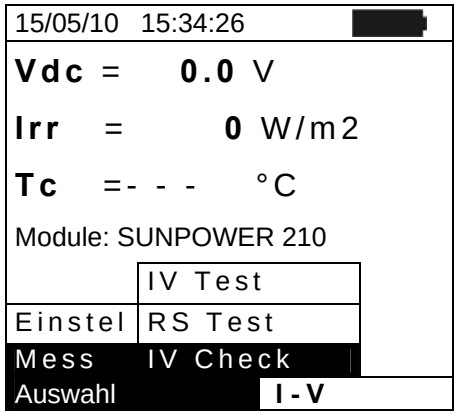
Die gemessenen Werte von Voc und Ioc werden als Ergebnis auf dem Bildschirm angezeigt. Diese Werte beinhalten die Mittelwerte von Voc und Isc unter OPC Konditionen, ermittelt aus dem Mittelwert der letzten 10 Messungen mit den abgespeicherten Messwerten. Sofern der Anwender weniger als 10 Messungen oder einen Reset durchgeführt hat, wird der angezeigte Mittelwert der Messung N+1 aus den verfügbaren Werten der Anzahl N ermittelt.

6.3.4. Schnelltest IVCK mit Einstrahlungsmessung

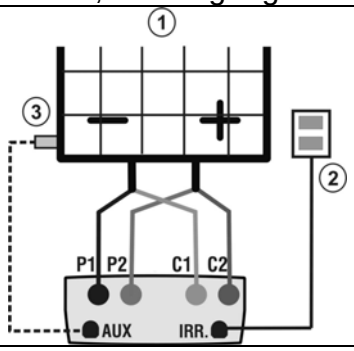
VORSICHT

- Die höchstzulässige Spannung an den Eingängen P1, P2, C1 und C2 beträgt 1000V DC. Messen Sie keine höheren Spannungen!
- Der größte, mit dem Messgerät messbare Strom ist 10A.
- Unterlassen Sie bitte auch Messversuche an PV Modulen oder Strings, die noch an den DC/AC Wechselrichter angeschlossen sind.

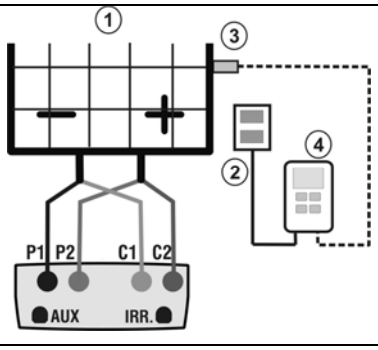
1. Schalten Sie das Messgerät mit der **ON/OFF** Taste ein.
2. Einstrahlungsmessungen können in den beiden folgenden Modi ausgeführt werden:
   a. Referenzelle HT304 direkt am SOLAR-IV oder I-V400 angeschlossen
   b. Referenzzelle am SOLAR-02 angeschlossen, das SOLAR I-V bzw. I-V400 befindet sich im RF Modus. Überprüfen Sie, ob beim Messgerät entsprechend die Option „**Remote Ja“** im Menü Einstellungen/Solarmeter ausgewählt wurde (siehe § 5.1.1) und beim SOLAR-02 das Eingangssignal an das Ausgangssignal vom HT304 angepasst wurde
3. Überprüfen Sie den eingestellten min. Grenzwert für die Einstrahlungsstärke (siehe § 5.1.5) beim Messgerät.
4. Gehen Sie zurück ins Hauptmenü und wählen dort "**I-V**" (I-U Messung)
5. Wählen Sie die Auswahl I**-V** und bestätigen Sie mit **ENTER**, um auf die nächste Auswahl der PV Modul Leistungsmessung zu gelangen. Üblicherweise wird die zuletzt gewählte Einstellung angezeigt.
6. Sofern der aktuelle Modus **IVCK** nicht bereits ausgewählt ist, drücken Sie **ENTER**, und wählen “**Messung**” mit den Pfeiltasten (▲,▼). Mit der Pfeiltaste ▶ gelangen Sie in das Untermenü, wählen Sie “**IV Check**” und bestätigen diese durch Drücken der **ENTER** Taste. Sie erhalten nun den Eingangsbildschirm von PV Schnelltest IV-CHECK



7. Überprüfen Sie die Voreinstellungen basierend auf den Beschreibung in Kapitel 6.3.2
8. Wie in den beiden nachfolgenden Abbildungen illustriert, schließen Sie das Messgerät an das PV Modul oder an den String an. Beachten Sie, dass der Minuspol des PV Moduls oder des Strings an den P1, C1 Messgeräte-Eingängen und deren Pluspol an den P2, C2 Eingängen angeschlossen werden muss.



Anschlussdiagramm bei IV CHECK Messung (Schnelltest) mit direkt angeschlossener Referenzzelle

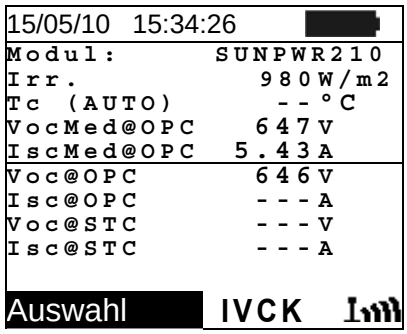


Anschlussdiagramm bei IV CHECK Messung (Schnelltest) mit indirekt angeschlossener Referenzzelle (über SOLAR-02) im RF Modus

Legende:
P1: schwarzes Kabel
P2: blaues Kabel
C1: grünes Kabel
C2: rotes Kabel
1: Modul oder String
2: HT304 Ref-Zelle
3: Temp-Fühler PT300N
4 : SOLAR-02 Datenlogger

9. Schließen Sie die Referenzzelle und den Temperaturfühler entsprechend den vorangegangen Abbildungen und gewählten Einstellungen an.

10. Der Eingangsbildschirm im **IVCK** Modus zeigt folgende Werte an:



- ➢ Ausgewähltes Testmodul
- ➢ Einstrahlung (mit direkter Messung oder über SOLAR-02 im RF Modus)
- ➢ Den Temperaturwert (Modus MAN oder AUX) und den Messmodus. Im Modus AUTO entsprechend →"- - -"
- ➢ Die Mittelwerte von Voc und Isc unter OPC Konditionen

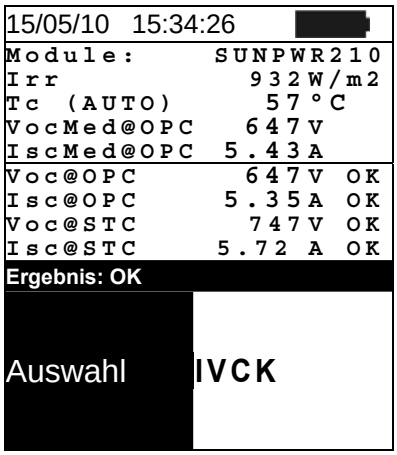
Die folgenden Echtzeitwerte werden ebenso angezeigt::

- ➢ Die Leelaufspannung Uoc
- ➢ Das Symbol RF Anschluss sofern der Remote Modus entsprechend ausgewählt wurde.

WARNING

Nach Drücken der **GO/STOP** Taste können verschiedene Meldungen erscheinen (siehe auch § 6.3) ohne dass das Messgerät eine Prüfung ausführt. Suchen und eliminieren Sie möglichst den Fehler, bevor Sie die Prüfarbeiten fortsetzen.

11. Drücken Sie **GO/STOP** zum Starten der Messung. Wenn keine Fehlermeldungen auftreten, wird das Instrument im Display folgende Daten anzeigen:



- ➢ Modulname bzw. Modultyp
- ➢ Den Einstrahlungswert
- ➢ Die Temperatur des PV-Moduls
- ➢ Die Mittelwerte von Voc und Isc unter OPC Konditionen
- ➢ Die gemessenen Werte von Voc und Ioc unter OPC Konditionen
- ➢ Die gemessenen Werte von Voc und Ioc auf STC berechnet und das Teilergebnis resultierend aus dem Vergleich der bewerteten Werten. Es gilt allgemein:

$$\text{Ergebnis } Voc@STC = OK \quad \text{wenn} \quad 100 \times \left| \frac{VocNom@STC - Voc@STC}{VocNom@STC} \right| \leq (\text{Tol Voc} + 4\%)$$

$$\text{Ergebnis } Isc@STC = OK \quad \text{wenn} \quad 100 \times \left| \frac{IscNom@STC - Isc@STC}{IscNom@STC} \right| \leq (\text{Tol Isc} + 4\%)$$

- ➢ Das Hauptergebnis ist wie folgt zu deuten:
  - o OK: sofern alle Messergebnisse unter STC OK sind,
  - o NO: sofern eines der Messergebnisse unter STC nicht ok ist

12. Drücken Sie die **SAVE** Taste zum Abspeichern des Ergebnisses oder drücken Sie **ESC/MENU** um ohne Messergebnisspeicherung ins Hauptmenü zurück zu gelangen

.

6.3.5. RESET Mittelwert

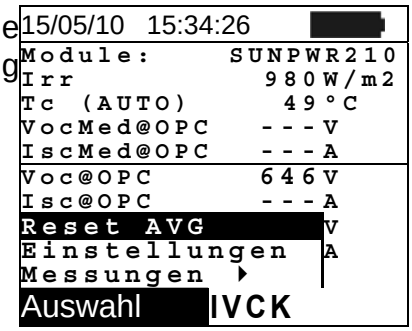
Sofern die Einstrahlungswerte mit erfasst werden, wird das endgültige Messergebnis aus dem Vergleich der gemessenen Werte mit den vorab abgespeicherten Werten berechnet

Daher erhält der vom Messgerät ermittelte Mittelwert eine hohe Bedeutung.

Im Falle einer neuen Serie von Messungen mit signifikanten Änderungen der Einstrahlung oder der Temperatur ist es empfehlenswert die Referenzmittelwerte auf Null zu setzen um eine Neuberechnung auf Grundlage der neuen Messungen zu erhalten.

Der Reset der Mittelwerte wird wie folgt durchgeführt

1. Im Modus IVCK, drücken Sie die **ENTER** Taste, wählen Sie "**Reset AVG**" und bestätigen Sie mit **ENTER** um die bislang ermittelten Mittelwerte auf Null zu setzen.



Der Reset der Mittelwerte wird automatisch durchgeführt sofern einer der folgenden Parameter verändert wird:

- PV Modultyp
- Anzahl der Module im String

Ein Reset der Mittelwerte wird nicht durchgeführt sofern nur der Testmodus unterbrochen bzw. gewechselt wird, z.B. vom I-V Schnelltest (IVCK) zur I-U Kennlinienmessung und wieder zurück.

6.4. LISTE DER DISPLAYMELDUNGEN

Meldung	Beschreibung
Spannung zu gering	Eingangsspannung ist kleiner als 15V DC
Vin > 1000	DC Ausgangsspannung vom String > 1000V
Einstrahlung zu gering	Einstrahlung geringer als der gewählte Grenzwert
NTC Fehler	Interner NTC defekt. Bitte zum Service einsenden
Bitte warten auf Abkühlung…	Instrument überhitzt. Bitte warten vor neuer Messung
Speicher voll	Kapazität des Messgerätespeichers erschöpft, exportieren Sie die Messdaten
Pulsweite zu lang	Anomalie bei Messung. Messung mit mehreren Modulen wiederholen
Strom zu gering	Die Stromstärke des PV-Moduls liegt unter der Messgrenze
Vdc falscher Anschluss	Prüfen Sie Spannung zwischen Messgeräteingängen C1 und C2
negative Spannung	Falsche Polung des Messgeräts
Datenbank voll	Die Datenbank kann nur 30 Modulparameterwerte speichern.
Daten @ STC nicht verfügbar	Keine Umrechnung auf STC Bedingungen möglich
Globalstrahlung zu hoch	Sonneneinstrahlung über Höchstwertgrenze
Daten nicht verfügbar	Genereller Messfehler, bitte Messung wiederholen
Isc zu hoch	PV Modul Ausgangsstrom über Höchstwertgrenze von 10A
Falsches Datum	Bitte Datum- und Uhrzeiteinstellung berichtigen
Fehler 1/2/3/4/5: Service kontaktieren	Kontaktieren Sie den Service
Fehler EEPROM : Service kontaktieren	Kontaktieren Sie den Service
Fehler FLASH : Service kontaktieren	Kontaktieren Sie den Service
Fehler RTC : Service kontaktieren	Kontaktieren Sie den Service
Batterie schwach	Wechseln Sie die Batterien
Fehler: Vmpp >= Voc	Überprüfen Sie Ihre Einstellungen in der Moduldatenbank
Fehler: Impp >= Isc	Überprüfen Sie Ihre Einstellungen in der Moduldatenbank
Fehler: Vmpp * Impp >= Pmax	Überprüfen Sie Ihre Einstellungen in der Moduldatenbank
Fehler: alpha zu gross	Überprüfen Sie Ihre Einstellungen in der Moduldatenbank
Fehler: beta zu gross	Überprüfen Sie Ihre Einstellungen in der Moduldatenbank
Fehler: Toll zu gross	Überprüfen Sie Ihre Einstellungen in der Moduldatenbank
Fehler: gamma zu gross	Überprüfen Sie Ihre Einstellungen in der Moduldatenbank
Modul existiert bereits	Name des Moduls existiert bereits in der Datenbank
Delta-Irrad. zu hoch high. Retry	Änderung der Einstrahlung zu gross. Bitte Test wiederholen
Spannung nicht stabil	Anomaler Zustand. Test mit mehr Modulen wiederholen
Strom nicht stabil	Differenz zwischen 2 folgenden Werten ist > 0,13 A
Firmware Fehler	Problem mit interner FW. Bitte Service kontaktieren
Ref. Zell Temp zu hoch	gemessene Temperatur der Referenzelle ist zu hoch
PV Modul. Temp zu hoch	Temperatur des Moduls ist außerhalb des Messbereiches
Falsche Mod. Num. Weiter ?	Modulanzahl stimmt nicht mit gemessener Voc überein
Ref. Zell Temp not detected (ENTER/ESC)	Temp.Messung am Modul ist nicht erfolgt
Rs Wert kann nicht ermittelt werden	Rs Wert außerhalb des Messbereiches
Thermal Instability	Das Messgerät erkennt einen nicht konstanten Zustand
Speicher Fehler	Fehler beim Zugriff auf Messgeräte-Datenspeicher
Error Radio: contact Assistance	RF Funktion nicht verfügbar Bitte Kundendienst anrufen !
Error Radio transmission	Bitte Kundendienst anrufen !
Error during download	Bitte Kundendienst anrufen !
Recording downloaded	Messwerte ins SOLAR I-V übertragen
Radio connection activated	Funkverbindung mit SOLAR-02 in Ordnung
Warte Daten Analyse	Datenübertragung vom SOLAR-02 an SOLAR I-V aktiv
Analyse kann nicht ausgeführt werden	SOLAR-02 Datenanalyseproblem, bitte Einstellungen prüfen.
I < Lim	Stromstärke des PV-Moduls unter der Mindestmessgrenze
Warning: internal short	Bitte Kundendienst anrufen !
Remote unit not detected Enter/Esc	Keine Funkverbindung des SOLAR-02 mit SOLAR I-V
Rem. Unit in rec	SOLAR-02 registriert Einstrahl- und Temperaturwerte
STC Data verfügbar nachStop rec.	Anzeige der STC Daten erst nach Aufzeichnungsende möglich
STC Daten verfügbar in MEM	STC Daten im Speicher vorhanden

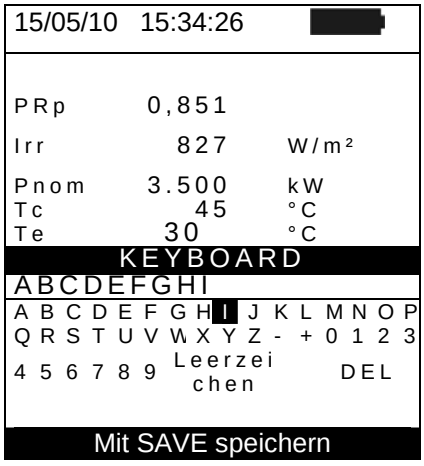
Verify connect. P1	Bitte Messleitungsanschluss am Eingang P1 prüfen
Error in data download from SOLAR-02	SOLAR I-V zur Kommunikation mit MPP300 konfiguriert. Fehler bei Datenübertragung vom SOLAR-02
SOLAR-02 not detected. Stop Rec.?	SOLAR I-V zur Kommunikation mit MPP300 konfiguriert. SOLAR-02 nicht gefunden. Messung stoppen ?
MPP300 not detected	SOLAR I-V zur Kommunikation mit MPP300 konfiguriert. MPP300 nicht gefunden
SOLAR-02 not detected.	SOLAR I-V zur Kommunikation mit MPP300 konfiguriert. SOLAR-02 nicht gefunden.
MPP300: negative AC power	MPP300 hat negative Wechselstromleistung erkannt.
MPP300: inverted AC and DC voltages	MPP300 hat verpolte AC- und DC-Spannungen festgestellt
No power supply to MPP. Continue? Enter/Esc	MPP300 hat keine externe Stromversorgung. Fortfahren ? ENTER/ESC

7. DATENABSPEICHERUNG

Der Speicher des Messgerätes gestattet die Aufzeichnung von 99 PV Leistungs/ Wirkungsgradmessungen (nur SOLAR I-V) und 249 I-U Kennlinien. Die im Display angezeigten PV Modul-Momentanwerte beim SOLAR I-V können ebenfalls als „Schnappschuss“ abgespeichert werden. Die gespeicherten Daten können jederzeit am Display dargestellt und gelöscht werden. Bei der I-U Kennlinienprüfung können den gespeicherten Daten eine Anlagennummer, eine Stringnummer, eine Modulnummer und ein Textkommentar zugeordnet werden.

7.1. ABSPEICHERUNG DER PV ANLAGEN PRÜFERGEBNISSE (NUR SOLAR I-V)

1. Wenn Sie **SAVE** drücken, wenn ein Prüfergebnis im Display angezeigt wird, wird dieser Momentanwert sofort abgespeichert. Die nebenstehend abgebildete Bildschirmseite mit virtueller Tastatur wird angezeigt.
2. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) und (◄ , ►) können Sie eine Kurzbeschreibung (max 12 Zeichen) für die PV Prüfung eingeben
3. Drücken Sie **SAVE**, zum Abspeichern des Prüfergebnisses oder drücken Sie **ESC/MENU** um ohne Messwertabspeicherung ins Hauptmenü zurück zu gelangen.


15/05/10 15:34:26
PRp 0,851
Irr 827 W/m²
Pnom 3.500 kW
Tc 45 °C
Te 30 °C
KEYBOARD
ABCDEFGHI
A B C D E F G H I J K L M N O P
Q R S T U V W X Y Z - + 0 1 2 3
4 5 6 7 8 9 Leerzeichen DEL
Mit SAVE speichern

7.2. ABSPEICHERN DER I-U KENNLINIEN-PRÜFERGEBNISSE

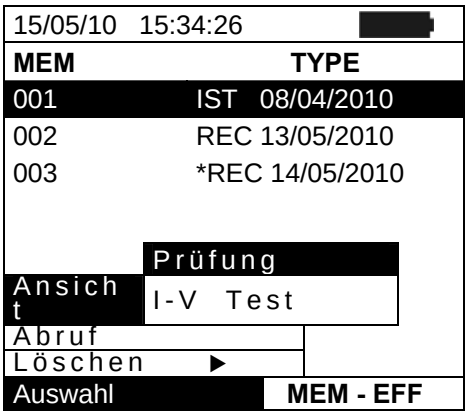
1. Drücken Sie **SAVE** wenn ein Prüfergebnis im Display angezeigt wird. Im Display erscheinen die folgenden Elemente:
   - Der erste freie Speicherplatz (“Measurement”)
   - Die numerische Kennung "PV-Anlage"
   - Die numerische Kennung "String"
   - Die numerische Kennung "PV Modul"
   - Kommentarfeld wo der Bediener eine Kurzbeschreibung (max 14 Zeichen) mit der virtuellen Tastatur eingeben kann.

15/05/10 15:34:26
Measurement: 007
Installation: ◂ 010 ▸
String: 009
Module: 004
Comment:
KEYBOARD
ABCDEFGHI
A B C D E F G H I J K L M N O P
Q R S T U V W X Y Z - + 0 1 2 3
4 5 6 7 8 9 Leerzeichen DEL
Mit SAVE speichern
Anmerkung
MEM – IV

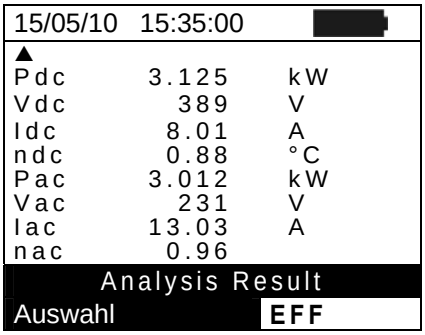
2. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) wählen Sie das gew. Element und mit (◄,►) geben Sie die Kennzahlen ein und wählen auf der virtuellen Tastatur die zur Eingabe des Kommentars benötigten Zeichen. Damit der Kommentar zur Messung geändert werden kann, muss die Messung unter einer neuen Anlagennummer abgespeichert werden.
3. Drücken Sie **ENTER**, um das jeweilige Zeichen einzutippen.
4. Drücken Sie **SAVE**, zum Abspeichern des Prüfergebnisses oder drücken Sie **ESC/MENU** um ohne Messwertabspeicherung ins Hauptmenü zurück zu gelangen.

7.3. MESSERGEBNISSE VERWALTEN

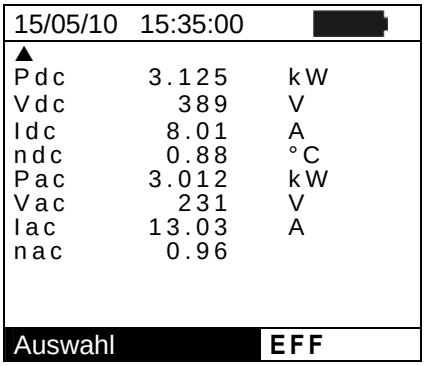
7.3.1. Abruf der der PV Eff Ergebnisse ins Display (nur SOLAR I-V)



1. Mit **ESC/MENU** gehen Sie ins Hauptmenü, wählen dort "**MEM**" und bestätigen mit **ENTER** um in den Datenspeicher des SOLAR I-V zu gelangen.
2. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) und der Pfeiltaste ▶ wählen Sie "**Abrufen**" , dann "**Prüfung** und bestätigen mit **ENTER**, um nur die PV Testergebnisse am Display darzustellen.
3. Mit der Pfeiltaste ▶ haben Sie Zugriff auf die folgenden Speicherdaten:
   - **TYPE** → Art der gespeicherten Daten: "**REC**" für komplette PV Prüfung, " ***REC**" wenn die mit dem SOLAR-02 erfassten Einstrahl- und Temperatur werte nicht im SOLAR I-V vorhanden sind und "**IST**" für die Anzeige der abgespeicherten Momentanwerte (Schnappschuss) im Display.
   - **DATA** → bedeutet Aufzeichnungs-Datum und Uhrzeit der im Messgerät gespeicherten Daten
   - **Kommentare** → sind die vom Messtechniker eingetragenen Kommentare zu dieser Messung
4. Drücken Sie "**IST**" Data, dann "**Ansicht**" und bestätigen mit **ENTER**. Hiermit erscheint die Anzeige:



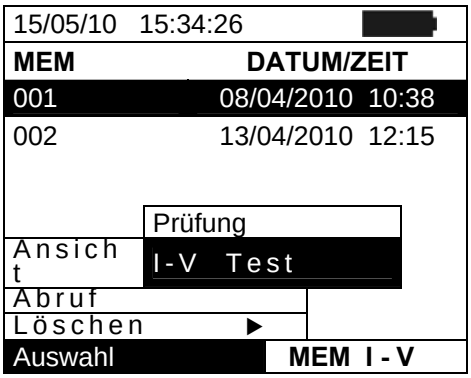
5. Drücken Sie die Pfeiltasten (▲,▼), um zu den beiden verfügbaren Bildschirmseiten zu gelangen
6. Drücken Sie **ESC/MENU**, um zur vorherigen Bildschirmseite zu gehen
7. Drücken Sie "**REC**" Data, dann "**Ansicht**" und bestätigen mit **ENTER**. Hiermit erscheint die folgende Anzeige:



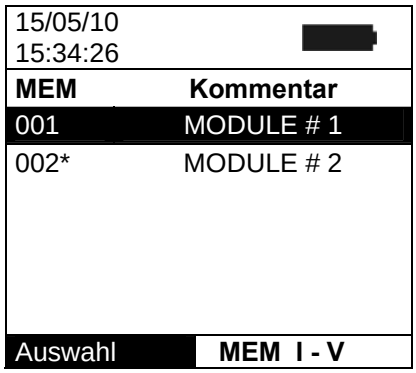
8. Drücken Sie die Pfeiltasten (▲,▼), um zu den beiden verfügbaren Bildschirmseiten zu gelangen
9. Es wird das PV Prüfungs-Endergebnis bei Betriebsbedingungen mit dem maximalen Wirkungsgrad der Aufzeichnung angezeigt.
10. Drücken Sie **ESC/MENU**, um zur vorherigen Bildschirmseite zu gehen
11. Wenn Sie die Aufzeichnung mit dem Stern "***REC**" Data, "**Ansicht**" wählen und mit **ENTER** bestätigen, erscheint die Mitteilung "Analyse nicht möglich", weil die vom SOLAR-02 erfassten Einstrahl- und/oder Temperaturmesswerte noch fehlen. (siehe § 8) (die Werte dieser Messung sind erst darstellbar nachdem die Daten vom Solar02 auf einen PC übertragen wurden.)

7.3.2. Abruf der I-U Kennliniendaten aufs Display

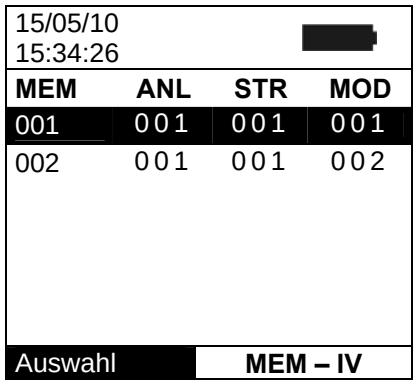
1. Mit **ESC/MENU** gehen Sie ins Hauptmenü, wählen dort "**MEM**" und bestätigen mit **ENTER** um in den Datenspeicher des SOLAR I-V zu gelangen.
2. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) und der Pfeiltaste ▶ wählen Sie "**Abruf"** und dann "**I-V Test**" (Kennlinienprüfung) und bestätigen mit **ENTER**, um nur die PV Testergebnisse am Display darzustellen.
3. "DATUM/Zeit " bedeutet Aufzeichnungs-Datum und Uhrzeit der im Messgerät gespeicherten Daten



4. Mit der Pfeiltaste ▶ haben Sie Zugriff auf die vom Anwender hinterlegten Kommentare
5. Es werden die Kommentare angezeigt, die der Anwender bei der Datenabspeicherung eingetragen hat (siehe § 7.2)
6. Der Stern "*" an einer Messung bedeutet, dass das Messgerät die I-U Kennlinie aus den vom SOLAR-02 gemessenen Einstrahl- und Temperaturmesswerten noch nicht erfasst hat, oder nicht vorhanden sind. **Für derartige Messungen können keine auf Normbedingungen umgerechneten STC Werte angezeigt werden.**

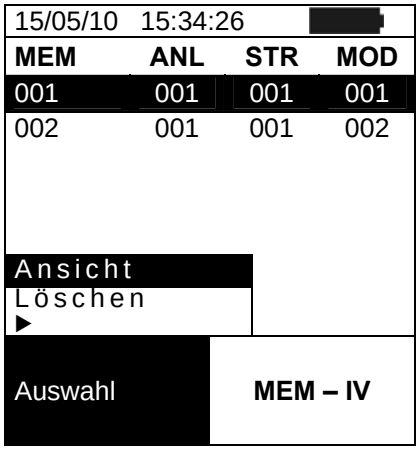


7. Mit der Pfeiltaste ▶, wählen Sie Parameter".
8. Am Display werden nun die vom Anwender bei der Abspeicherung benutzten Kennzeichen bzw. Markierungen für PV-Anlage, PV-String und PV Modul angegeben ((§ 7.2).
9. Mit **ESC/MENU** gelangen Sie ins Hauptmenü zurück.

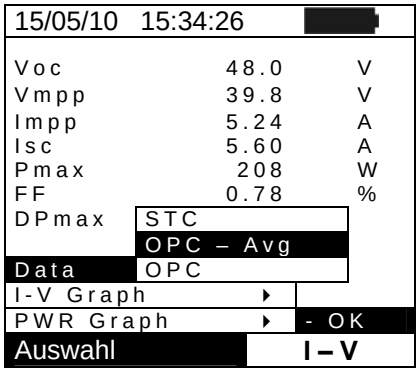


7.3.2.1. Speicherdatenansicht in Tabellenform

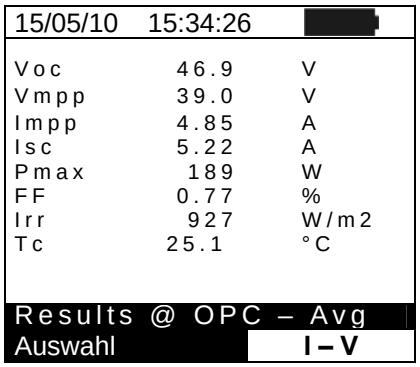
1. Wählen Sie eine Zeile der abgespeicherten Ergebnisse und drücken **ENTER** um zum Paragraphen für die Anzeige der Speicherdaten zu gelangen. Die nebenstehende Bildschirmseite zeigt nun die Liste der gespeicherten Prüfungen.
2. Wählen Sie Ansicht und drücken **ENTER**, um zur Datenansicht in folgenden Formen zu gelangen:
   - Numerische Darstellungen der gemessenen Parameter unter Standard- (STC) und Betriebsbedingungen (OPC).
   - Grafische Darstellung der I-U Kennlinien der unter Standard- (STC) und Betriebsbedingungen (OPC) gemessenen Parameter



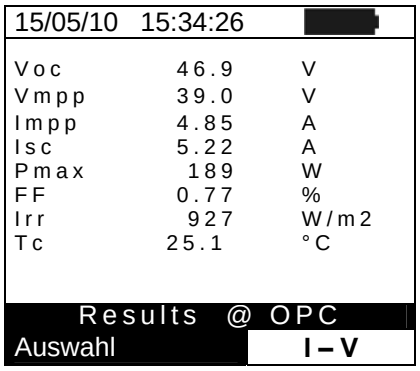
3. Der erste Bildschirm zeigt die Werte der Messparameter von Modul 1 umgerechnet auf die Standardbedingungen (STC) entsprechend § 6.2.3
4. Drücken Sie die Pfeiltaste ▶, wählen mit den Pfeiltasten (▲,▼) die Zeile "**OPC – Avg**" (Mittelwert der Betriebsbedingungen) und drücken **ENTER.**



5. Das Messgerät zeigt die Messwerte unter Betriebsbedingungen (OPC). Es handelt sich dabei um **auf ein PV Modul umgerechnete Mittelwerte** (die dem Gesamtwert des Strings entsprechen, sofern dieser aus einem einzigen Modul besteht).
6. Drücken Sie die Pfeiltaste ▶ auf der ersten Bildschirmseite, wählen "**OPC**" mit den Pfeiltasten (▲,▼) und drücken **ENTER.**

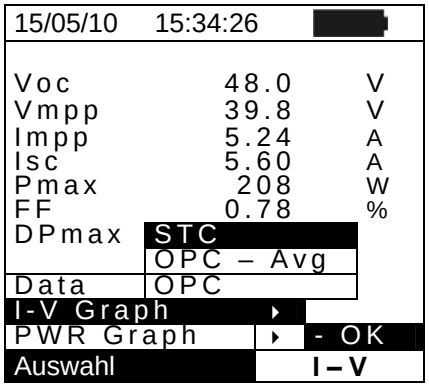


7. Das Messgerät zeigt nun die Stringesswerte unter Betriebsbedingungen (OPC).
8. Drücken Sie **ESC/MENU** um ins vorherige Menü zurückzukehren.

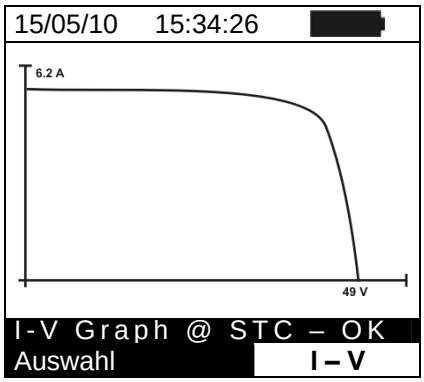


7.3.2.2. Speicherdatenansicht in I-U Kennlinienform

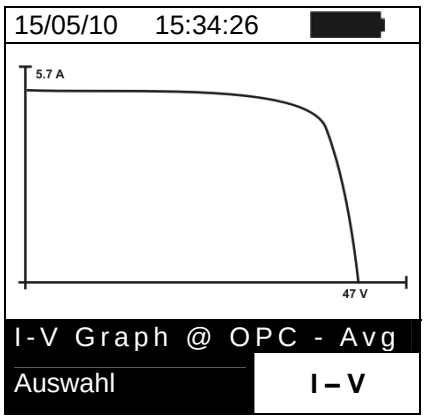
1. Wählen Sie in der Messwerte-Bildschirmanzeige für Standardprüfbedingungen (STC) "**I-V Graph**" mit der Pfeiltaste ▼ und drücken **ENTER** oder die Pfeiltaste▶.
2. Wählen Sie nun "STC" und drücken **ENTER.**
3. Hiermit erscheint die folgende Anzeige:



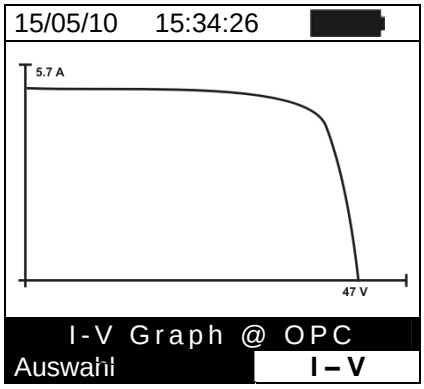
4. Die dargestellte I-U Kennlinie entspricht jener des PV Moduls Nr. 1, umgerechnet auf Standardprüfbedingungen STC
5. Drücken Sie **ESC/MENU** um zur Messgerät-Speicherseite zurückzukehren.



6. Wählen Sie in der Messwerte-Bildschirmanzeige "**I-V Graph**" mit der Pfeiltaste ▼ und drücken **ENTER** oder die Pfeiltaste ▶.
7. Wählen Sie nun **OPC – Avg** und drücken **ENTER.** Angezeigt wird nun die Grafik der I-U-Kennlinie unter reellen Betriebsbedingungen (OPC), wobei es sich um gemittelte Messwerte handelt, die wieder ein **Einzel-modul als Repräsentanten des Strings** darstellen.
8. Drücken Sie **ESC/MENU** um zur Messgerät-Speicherseite zurückzukehren.

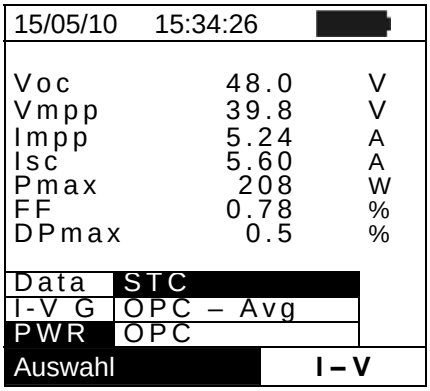


9. Wählen Sie in der Messwerte-Bildschirmanzeige "**I-V Graph**" mit der Pfeiltaste ▼ und drücken **ENTER** oder die Pfeiltaste ▶.
10. Wählen Sie **OPC** und drücken **ENTER.** Angezeigt wird nun die Grafik der I-U-Kennlinie unter reellen Betriebsbedingungen (OPC), wobei es sich jetzt um den **Gesamtwert des gemessenen Stings** handelt.
11. Drücken Sie **ESC/MENU** um zur Messgerät-Speicherseite zurückzukehren.

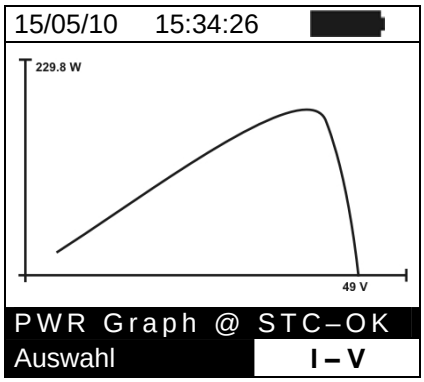


7.3.2.3. Speicherdatenansicht der Leistungskennlinien

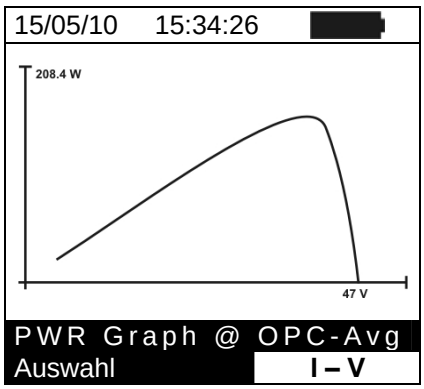
1. Wählen Sie in der Messwerte-Bildschirmanzeige "**PWR Graph**" mit der Pfeiltaste ▼ und drücken **ENTER** oder die Pfeiltaste ▶.
2. Wählen Sie nun "STC" und drücken **ENTER.**
3. Hiermit erscheint die folgende Anzeige:



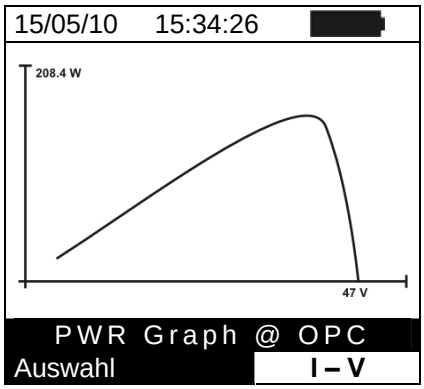
4. Die Kurve zeigt den Verlauf der Modul- oder String-Ausgangsleistung umgerechnet auf Standardbetriebsbedingungen (STC).
5. Drücken Sie **ESC/MENU**, um zum Speicherdatenparagraph zurückzukehren.



6. Wählen Sie in der Messwerte-Bildschirmanzeige "**PWR Graph**" mit der Pfeiltaste ▼ und drücken **ENTER** oder die Pfeiltaste ▶.
7. Wählen Sie nun **OPC – Avg** und drücken **ENTER.** Es wird die Leistungskurve eines **einzigen PV Moduls eines Strings** unter reellen Betriebsbedingungen (OPC) angezeigt.
8. Drücken Sie **ESC/MENU**, um zum Speicherdaten-paragraph zurückzukehren.

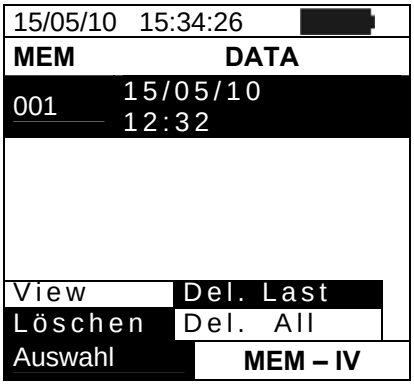


9. Wählen Sie in der Messwerte-Bildschirmanzeige "**PWR Graph**" mit der Pfeiltaste ▼ und drücken **ENTER** oder die Pfeiltaste ▶.
10. Wählen Sie **OPC** und drücken **ENTER.** Es wird die Leistungskurve **der gesamten Strings** unter reellen Betriebsbedingungen (OPC) angezeigt.
11. Drücken Sie **ESC/MENU**, um zum Speicherdaten-paragraph zurückzukehren.



7.3.3. Daten löschen

1. Drücken Sie im Speicherdatenparagraph **ENTER**, um ins Untermenü zu gelangen.
2. Wählen Sie "Delete" (Löschen) und drücken die Pfeiltaste ▶. Hiermit erscheinen die folgenden Auswahlmöglichkeiten:
   - **Del. Last** → Löschung der zuletzt abgespeicherten Messung
   - **Del. All** → Löschung aller Daten im Speicher
3. Wählen Sie die zu löschenden Daten mit den Pfeiltasten (▲,▼) bestätigen mit **ENTER**
4. Drücken Sie **ESC/MENU** um ins Hauptmenü zurückzukehren.



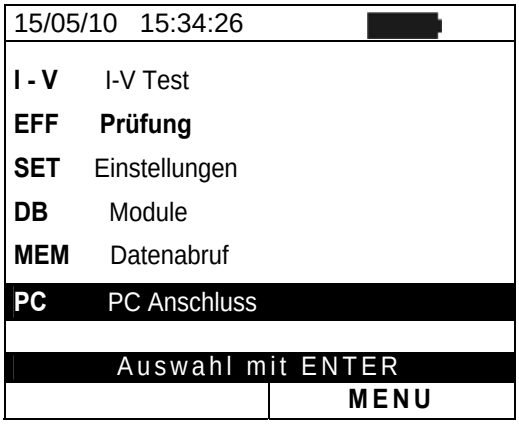
8. ANSCHLUSS AN EINEN PC COMPUTER

VORSICHT

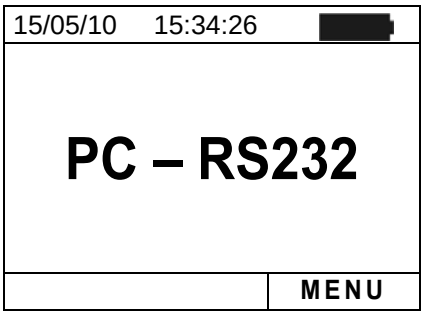
- Das Messgerät kann über ein optisch isoliertes C2006 Kabel an einen PC angeschlossen werden.
- Bevor die Datenübertragung stattfinden kann, müssen am PC jedoch das Programm Topview und die Treiber für das C2006 Kabel installiert werden.
- Außerdem müssen am PC die zu benutzende USB Schnittstelle und die richtige Baudrate (Datenübertragungsgeschwindigkeit) mit 57600 Bits/s eingestellt werden. Starten Sie hierzu das **TopView** Programm und befolgen Sie einfach die Online Hilfe dieser Software.
- Die zu benutzende Schnittstelle darf nicht schon durch anderes Zubehör oder Anwendungen, wie beispielsweise Maus oder Modem belegt sein.
- Optische Schnittstellen emittieren Infrarot LED Strahlen. Blicken Sie nicht in den IR Strahl. Nach IEC/EN 60825-1 gelten für diese Strahlen die Klasse 1M LED Sicherheitsvorschriften.

Zur Übertragung der gespeicherten Messdaten auf einen PC, gehen Sie wie folgt vor:

1. Schalten Sie das I-V400 / SOLAR I-V Messgerät mit **ON/OFF** ein.
2. Schließen Sie den PC über das mitgelieferte USB Kabel **C2006** an.
3. Drücken Sie **ESC/MENU**, um ins Hauptmenü zu gelangen.
4. Mit den Pfeiltasten (▲,▼) wählen Sie "**PC Anschluss**" und bestätigen mit **ENTER**



5. Hiermit erscheint die folgende Anzeige:



6. Verwenden Sie die Datenverwaltung "Data-Management" der TopView Software zum Übertragen der Messdaten vom Messgerätespeicher auf den PC (Einzelheiten hierzu erfahren Sie in der Online-Hilfe dieser Software).

9. INSTANDHALTUNG

9.1. ALLGEMEINES

Die SOLAR Messgeräte sind Präzisionsinstrumente. Bitte beachten Sie bei Benutzung und Lagerung die in diesem Handbuch angeführten Empfehlungen, um Gefahren für Benutzer und Messgerät zu vermeiden. Benutzen Sie das Messgerät nicht bei extremer Feuchtigkeit oder Temperatur. Lassen Sie die Geräte nicht längere Zeit im direkten Sonnenlicht liegen. Schalten Sie die Geräte bei Nichtbenutzung immer aus. Bei längerer Nichtbenutzung entnehmen Sie bitte immer die Gerätebatterien. Erschöpfte Batterien können Leckstellen bekommen und die dann auslaufende, ätzende Elektrolytflüssigkeit kann das Innere des Geräts schwer beschädigen, ohne dass dies von außen sichtbar ist.

9.2. BATTERIEWECHSEL

Die Gerätebatterien müssen gegen frische Batterien ausgetauscht werden, sobald das Symbol “▭” auf dem Display erscheint oder wenn während einer Messung “low battery” angezeigt wird.

VORSICHT

Der Batteriewechsel darf nur von erfahrenen Messtechnikern ausgeführt werden. Vor dem Batteriewechsel sind alle Kabel aus den Messgerät-Anschlussbuchsen zu entfernen.

1. Schalten Sie das Messgerät mit **ON/OFF** aus.
2. Ziehen Sie die Anschlusskabel aus den Eingangsbuchsen.
3. Drehen Sie die Befestigungsschraube aus dem Batteriefachdeckel, legen die Schraube beiseite und entfernen den Deckel.
4. Entnehmen Sie alle Batterien aus dem Batteriefach, ersetzen Sie sie sämtlich durch frische Batterien gleicher Größe (§ 10.5) und beachten die richtige Polung.
5. Setzen Sie den Batteriefachdeckel wieder auf und befestigen Sie ihn mit der beiseitegelegten Schraube.
6. Gebrauchte Batterien dürfen nicht in den Hausmüll gegeben werden. Bringen Sie sie zu den bekannten Batteriesammelstellen.

9.3. MESSGERÄTREINIGUNG

Säubern Sie die Messgeräte nur mit einem trockenen, weichen Lappen. Benutzen Sie nie nasse Lappen, Wasser oder Lösungsmittel.

9.4. ENTSORGUNG DER MESSGERÄTE

ACHTUNG: Ausgediente Messgeräte, Zubehör und Batterien müssen fachgerecht entsorgt werden.

10. TECHNISCHE DATEN

10.1. TECHNISCHE DATEN DER EFFIZIENZ/ LEISTUNGSMESSUNG (SOLAR I-V)

Die Messgenauigkeit kann mit folgender Formel berechnet werden
[% Ablese wert+(Stellenanzahl) * Auflösung] bei 23°C ± 5°C, < 80% relative Feuchte

Gleichspannungen (DCV)

Bereich [V]	Auflösung [V]	Genauigkeit
15.0 ÷ 999.9	0.1	±(0.5%Ablsg + 2 Ziffern)

Wechselspannung Effektivwert (AC TRMS)

Bereich [V]	Auflösung [V]	Genauigkeit
50.0 ÷ 265.0	0.1	±(0.5%Ablsg + 2 Ziffern)

Maximaler Scheitelfaktor 1.5

Gleichstrom (mit externer Strommesszange)

Bereich [mV]	Auflösung [mV]	Genauigkeit
-1100 ÷ -5	0.1	±(0,5%Ablsg + 0,6mV)
5 ÷ 1100		

Stromstärkenwerte werden immer mit positivem Vorzeichen angezeigt. Eingangsspannungen < 5 mV Spannung werden ignoriert

Wechselstrom Effektivwerte (mit externer Strommesszange)

Bereich [mV]	Auflösung [mV]	Genauigkeit
1 ÷ 1200	0.1	47.5 ÷ 63.0

Maximaler Scheitelfaktor 2.0; Eingangsspannungen < 5 mV Spannung werden ignoriert

Fullscale (FS) bei DC und AC Strommesszangen [A]	Auflösung [A]	Kleinster Anzeigewert [A]	
		DC	AC
1< FS ≤ 10	0.001	0.05	0.01
10< FS ≤ 100	0.01	0.5	0.1
100< FS ≤ 1000	0.1	5A	1

DC Leistung (Vmess > 150V)

FS Strommesszange [A]	Bereich [W]	Auflösung [W]	Genauigkeit
1< FS ≤ 10	0.000k ÷ 9.999k 10.00k ÷ 99.99k	0.001k 0.01k	±(0,7%Ablsg + 3 Ziffern) (Imis < 10%FS)
10< FS ≤ 100	0.000k ÷ 9.999k 10.00k ÷ 99.99k	0.001k 0.01k	±(0,7%Ablsg) (Imis ≥ 10%FS)
100< FS ≤ 1000	0.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k	0.01k 0.1k	

Vmis = Spannung bei der gemessenen Leistung; Imis = Strom der bei der Leistung gemessen wurde

AC Leistung (Vmis > 200V, PF=1)

FS Strommesszange [A]	Bereich [W]	Auflösung [W]	Genauigkeit
1< FS ≤ 10	0.000k ÷ 9.999k 10.00k ÷ 99.99k	0.001k 0.01k	±(0,7%Ablsg + 3 Ziffern) (Imis < 10%FS)
10< FS ≤ 100	0.000k ÷ 9.999k 10.00k ÷ 99.99k	0.001k 0.01k	±(0,7%Ablsg) (Imis ≥ 10%FS)
100< FS ≤ 1000	0.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k	0.01k 0.1k	

Vmis = Spannung bei der gemessenen Leistung; Imis = Strom der bei der Leistung gemessen wurde

AC Frequenz

Bereich [Hz]	Auflösung [Hz]	Genauigkeit
47.5 ÷ 63.0	0.1	±(0,2%Ablsg + 1 Ziffer)

Einstrahlung (mit Referenzzelle HT304)

Bereich [mV]	Auflösung [mV]	Genauigkeit
1.0 ÷ 100.0	0.1	±(1,0%Ablsg + 5 Ziffern)

Temperatur (mit PT300N Sonde)

Bereich [°C]	Auflösung [°C]	Genauigkeit
-20.0 ÷ 100.0	0.1	±(1,0%Ablsg + 1°C)

10.2.

10.3. TECHNISCHE DATEN DER I-U KENNLINIENMESSUNG

I-V DC Spannung @OPC

Bereich [V]	Auflösung [V]	Genauigkeit (*)
5.0 ÷ 999.9	0.1	±(1,0%Ablsg + 2 Ziffern)

(*) Die I-U Kennlinien- und die RS-Messungen beginnen bei VDC > 15V; die Genauigkeitsangeben gelten bei VDC > 20V.

I-V DC Strom @OPC

Bereich [A]	Auflösung [A]	Genauigkeit
0.10 ÷ 10.00	0.01	±(1,0%Ablsg + 2 Ziffern)

I-V DC Leistung @OPC (bei Vmpp > 30V, Impp > 2A)

Bereich [W] (*,**)	Auflösung [W]	Genauigkeit
50 ÷ 9999	1	±(1,0%Ablsg + 6 Ziffern)

Vmpp = Spannung bei Maximalleistung, Impp = Strom bei Maximalleistung

(*) Die maximal messbare Leistung muss den FF (Füllfaktor-) Wert (~ 0.7) enthalten → Pmax = 1000V x 10A x 0.7 = 7000W
(**) Die Prüfung wird beendet und die Mitteilung "Thermische Instabilität" erscheint, wenn das Messgerät eine Spannung > 700V bei einem Strom von I >3A, I > - 0.038*V + 37.24 - 0.5 feststellt.

I-V: DC Spannung @STC, I-VCK: DC Spannung @OPC und @STC

Bereich [V]	Auflösung [V]	Genauigkeit (*, **)
5.0 ÷ 999.9	0.1	±(4,0%Ablsg + 2 Ziffern)

(*) Die I-U Kennlinien- und die RS-Messungen beginnen bei VDC > 15V; die Genauigkeitsangeben gelten bei VDC > 20V.

I-V DC Strom @STC, I-VCK: DC Strom @OPC und @STC

Bereich [A]	Auflösung [A]	Genauigkeit (**)
0.10 ÷ 10.00	0.01	±(4,0%Ablsg + 2 Ziffern)

I-V: DC Leistung @STC (bei Vmpp > 30V, Impp > 2A)

Bereich [W]	Auflösung [W]	Genauigkeit (**)
50 ÷ 9999	1	±(5,0%Ablsg + 1 Ziffer)

Vmpp = Spannung bei Maximalleistung, Impp = Strom bei Maximalleistung
(*) Die I-U Kennlinien- und die RS-Messungen beginnen bei VDC > 15V; die Genauigkeitsangeben gelten bei VDC > 20V.

**) Prüfbedingung: Konstante Einstrahlung ≥700 W/m^2 , Spektrum AM 1.5, Sonnenstrahl-Einfallswinkel gegen Modul-Senkrechte ≤ ± 25°, Zellentemperatur [15..65°C]

- Globale Genauigkeit einschließlich Einstrahlmesssonden-Genauigkeit und Genauigkeit der Messelektronik

Einstrahlung (mit Referenzzelle HT304)

Bereich [mV]	Auflösung [mV]	Genauigkeit
1.0 ÷ 100.0	0.1	±(1,0%Ablsg + 5 Ziffern)

Temperatur (mit PT300N Sonde)

Bereich [°C]	Auflösung [°C]	Genauigkeit
-20.0 ÷ 100.0	0.1	±(1,0%Ablsg + 1°C)

10.4. TECHNISCHE SICHERHEITSDATEN

10.4.1. Allgemeines

Messgerätesicherheit:	IEC/EN61010-1
Technische Literatur:	IEC/EN61187
Sicherheit des Zubehörs:	IEC / EN61010-031
Messungen:	CEI 82-25 Leitfaden (nur SOLAR I-V) IEC/EN60891 (I-U Kennlinienprüfung)
Isolation:	Doppelte Isolation
Verschmutzungsgrad:	2
Überspannungskategorie:	CAT II 1000V DC, CAT III 300V gegen Erde Max 1000V an den Eingängen P1, P2, C1, C2

10.5. ALLGEMEINE EIGENSCHAFTEN

Display und Datenspeicher

Typ des Displays:	LCD, 128 x 128 pxs, mit Hintergrundbeleuchtung
Speicherkapazität:	256 kBytes
Speicherdaten:	max. 99 Messungen (nur SOLAR I-V); 249 I-U Kennlinien
PC Schnittstelle:	optisch / USB

PV Ausbeutetest (nur SOLAR I-V)

Messintervalle (IP):	5,10,30,60,120,300,600,900,1800,3600 sec
Datenspeicherkapazität des SOLAR-02	ca. 1,5 Stunden Messdauer (bei PI = 5s) ca. 8 Stunden (bei PI = 600s)
Größter zul. Abstand für Funkverbindung	1m (3 ft)
Datenspeicherkapazität MPP300:	ca. 1,5 Stunden Messdauer (bei PI = 5s) ca. 8 Stunden (bei PI = 600s)

Stromversorgung

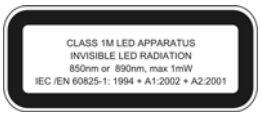
Batterieart:	6 x1,5 V Alkali AA L&06
Batterien Leeranzeige:	Symbolanzeige “▭“
Batterielebensdauer:	ca. 120 Stunden (PV Aufzeichnung, Effizienzmesung) >249 I-U Kennlinienprüfungen, 999 IV-CHECK Tests
Automatische Abschaltung	nach 5 Minuten ohne Messgerätebetätigung

Abmessungen und Gewicht

Abmessung:	235(L) x 165(B) x 75(H) mm
Gewicht mit Batterien:	1,2 kg

10.6. BETRIEBSBEDINGUNGEN

Referenztemperatur:	23° ± 5°C
Zul. Betriebstemperatur:	0 ÷ 40°C
Zul. relative Luftfeuchte:	< 80%
Lagertemperatur:	-10 – +60 °C
Lagerfeuchte:	< 80%
Maximale Benutzungshöhe:	2000 m (*)



VORSICHT

(*) Information über die Verwendung des Messgerätes
in Höhen von 2000 bis 5000m

Da die Spannungs-Eingänge P1, C1 und P2, C2 des Instrumentes auf die Überspannungskategorie CATII 1000V DC, CATII 300V zu Erde eingestuft werden, ist die max. Spannung zwischen den Eingängen 1000V.
Markierungen und Symbole, die auf dem Instrument gezeigt werden, werden sind als gültig zu betrachten, wenn sie es in einer Höhe niedriger als 2000m benutzen,

Dieses Messgerät entspricht den europäischen Niederspannungs-Richtlinien 2006/95/CE (LVD) und EMC 2004/108/CE

10.7. ZUBEHÖR

- KITGSC4: Set aus 4 farbigen Sicherheitsmessleitungen 4mm Buchse, je 2m lang + 4 farbige Krokodilklemmen
- KITPVMC3: Set aus 2 Adaptern mit MC3 Verbindungsstecker und Kupplung
- KITPVMC4: Set aus 2 Adaptern mit MC4 Verbindungsstecker und Kupplung
- Solar 02 Datenlogger **(nur SOLARI-V)**
- AC-Stromwandler HT4005K 200A AC **(nur SOLAR I-V**)
- DC Stromwandler HT4004N 10A/100A DC **(nur SOLAR I-V**)
- HT304: Duo- Referenz-Zelle für die Einstrahlungsmessung in W/m²
- PT300N Sonde für die Temperaturmessung der Solarmodule
- M304 mech. Inklinometer zur Messung des Einfallswinkel der Sonnenstrahlung
- TOPVIEW : Windows Protokoll Software + optisches /USB Kabel C2006
- BORSA2051: Schutz- und Aufbewahrungstasche für Gerät und Zubehör
- ISO9000 Kalibrationsprotokolle für I-V400 und HT304
- 6 Batterien 1,5V Typ AA
- Benutzer-Handbuch für I-V400 und HT304

10.8. OPTIONALES ZUBEHÖR I-V400

- **VA300** robuster Geräteschutzkoffer Ausführung deluxe
- **Sortimo Boxx** Systemkoffer
- **KIT EXT10** 4 Leiter Anschlussverlängerung 10m
- **SOLAR02:** externer Datenlogger zur **drahtlosen** Übertragung der gespeicherten Messdaten aus der Einstrahlungs- & Temperaturmessung zum I-V400

10.9. OPTIONALES ZUBEHÖR SOLAR I-V

- **VA300** robuster Geräteschutzkoffer Ausführung deluxe
- **MPP300** Adapter für Messungen am Multistring Wechselrichter (nur SOLAR I-V)
- **Stromzangen** diverse AC und DC Stromwandler: HT96, HT97, HT98U, HTFlexx33

11. ANHANG

11.1. THEORETISCHE ASPEKTE DER STROM-SPANNUNGS KENNLINIENMESSUNG

Die I-U Kennlinienprüfung wird folgendermaßen vorgenommen:

- Das Messgerät liefert I-U Kennlinienmessungen des angeschlossenen PV Moduls zusätzlich zu Echtzeitmessungen der Einstrahlungsstärke und der PV Modultemperatur.
- Die Messergebnisse (OPC = **op**erating **c**ondition) werden automatisch in Werte bei Standard-Messbedingungen (STC), d.h. bei **1000 W/m^2** Einstrahlstärke und **25°C** Modultemperatur umgerechnet. Die in diesem Handbuch angegebene Genauigkeit wird unter den in § 10.2 angeführten Bedingungen garantiert.
- Das Messgerät vergleicht die gemessenen, maximalen Nennleistungswerte mit den vom PV Modulhersteller angegebenen prozentualen Toleranzwerten, die für das geprüfte Modul im Datenspeicher des Messgeräts gem. § 5.3.1 hinterlegt sind.
- Wenn die Leistungsdifferenz innerhalb der angegebenen Toleranzwerte liegt, gilt das vom Messgerät geprüfte PV Modul als "Gut". Anderenfalls gilt es als "nicht den Herstellerangaben entsprechend" (§ 6.2.3)

11.1.1. Theoretische Aspekte der Rs Messung

Entsprechend der IEC/EN Norm 60891 wird die Prüfung des Reihen- oder Serien-widerstand Rs zur genauen Echtzeitmessung dieses Parameters herangezogen, um diesen Wert anschließend im Moduldatenbankspeicher des Messgeräts für die U-I Kennlinienprüfungen zu hinterlegen.

11.2. ANMERKUNG ZUM MPPT (MAXIMUM POWER POINT TRACKING)

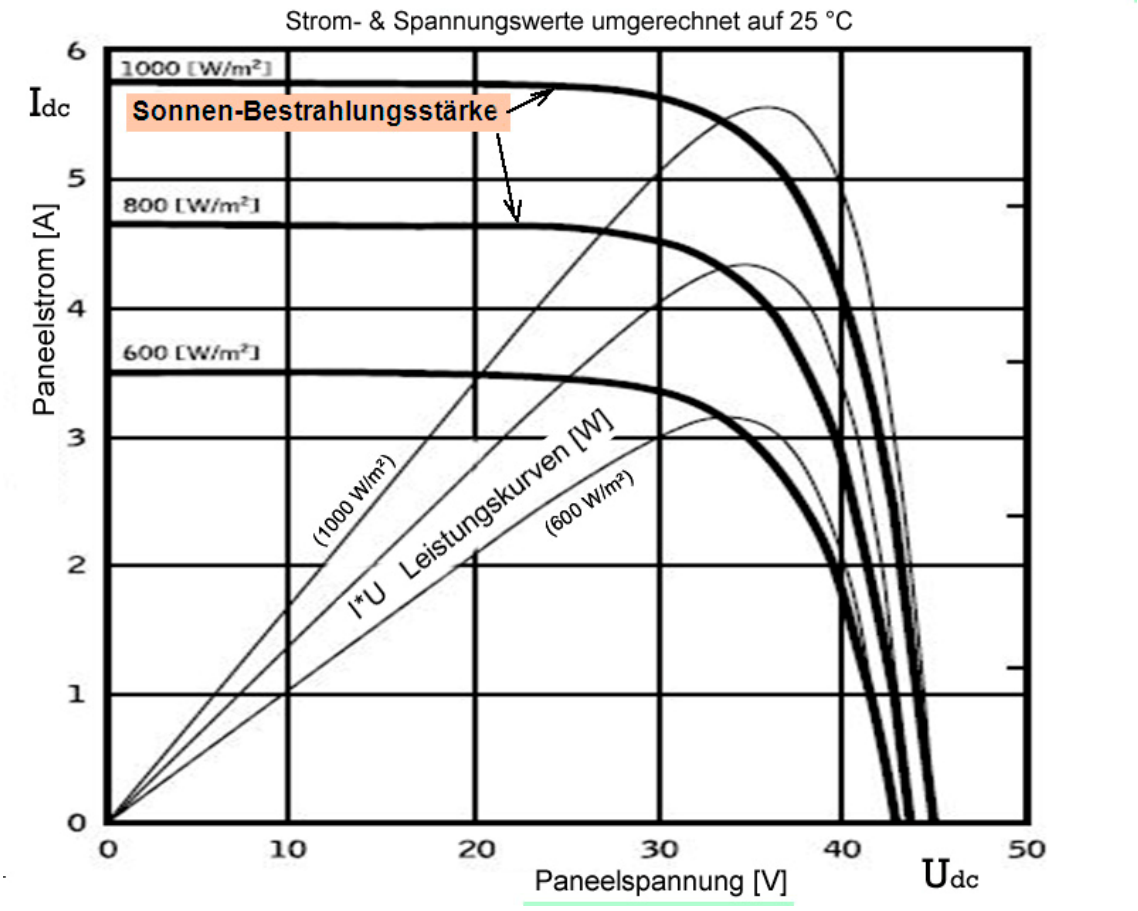
Die Einstrahlungsstärke von Oberflächen wie jene von PV Modulen ist extremen Umgebungsänderungen unterworfen, weil sie vom Einfallswinkel der Sonnenstrahlen auf die PV Moduloberfläche und den Wetterbedingungen (wie beispielsweise Wolken) abhängt. In Abhängigkeit der Einstrahlungsstärke der Außentemperatur ergeben sich bei PV Modulen charakteristische U-I Kennlinien wie sie in der folgenden Abbildung als Beispiel dargestellt sind. Die dicken Linien der Abbildung zeigen 3 charakteristische I-U Kennlinien bei 3 verschiedenen Einstrahlungsstärken : 1000, 800 und 600 W/m^2.

Bei jeder dieser Kennlinien gibt es einen Punkt, an dem, mit einer (vom Lastregler) angepassten Last, die vom PV Modul abgegebene, elektrische Leistung einen Höchstwert hat. Dieser **eine** max. Punkt (**Maximum Power Point** auch MPP) liegt dort, wo die am Modulausgang der Solarzelle gemessene, elektrische Leistung, d.h. physikalisch, das Produkt aus Spannung und Strom (U * I) am größten ist.

Er ist nicht konstant, sondern hängt von der Bestrahlungsstärke, der Temperatur und dem Typ der Solarzellen ab.

Die zu den, je nach Einstrahlstärke unterschiedlichen U-I Kennlinien gehörenden **U*I - Leistungskennlinien** sind in dieser Abbildung mit **dünnen Linien** dargestellt.
Die Abbildung zeigt klar, dass es pro Einstrahlstärke immer nur einen Arbeitspunkt gibt, an dem vom PV Modul die maximale Leistung geliefert wird.

Bei 1000 W/m^2 Einstrahlung wird beispielsweise die max. Modulleistung (MPP) bei einem Arbeitspunkt von ca. 36 VDC und einem Laststrom von ca. 5,5A erreicht.



Wenn die Leistungsausbeute des Systems optimiert bzw. maximiert wird, macht sich die PV Anlage offensichtlich am schnellsten bezahlt, egal ob sie die Leistung ans allgemeine Stromversorgungsnetz liefert oder als autonome Benutzeranlage betrieben wird.

Der Lastregler (Tracker) ist eine in den Wechselrichtern integrierte Vorrichtung. Sie stellt laufend die Spannungs- und Stromwerte fest, errechnet das Produkt aus beiden (die Leistung in Watt) und ist in der Lage, durch geringe Veränderungen des Auslastungsgrads festzustellen, ob die PV Anlage mit maximaler Leistung arbeitet. Entsprechend diesem Ergebnis, verändert der Lastregler die Last, um das System in optimale Arbeitsbedingungen zu steuern.

Durch die MPP-Regelung arbeiten Ihre Solarmodule immer im optimalen Wirkungsgrad.

Auf dem Markt gibt es Wechselrichter mit 1, 2 oder 3 eingebauten Lastreglern (MPP Trackern). Wechselrichter mit mehr als einem Lastregler (werden als **Multistring-Wechselrichter** bezeichnet) werden bei Anlagen eingesetzt:

- die aus mehreren oder unterschiedlichen PV Systemen bestehen, die zwangsläufig unterschiedliche Neigungswinkel, Modulanzahl oder Ausrichtungen haben. Auf diese Weise regelt jeder MPPT Lastregler seine eigene PV Modulgruppe und optimiert sie entsprechend der vorherrschenden Einstrahlung und Temperatur (ohne Rücksicht auf die anderen PV-Modulgruppen nehmen zu müssen).
- die eine höhere Zuverlässigkeit bzw. Verfügbarkeit haben müssen. Mit mehreren Lastreglern kann eine PV-Gruppe zu Wartungsarbeiten abgeschaltet werden, während die anderen weiterhin an die anderen Lastregler Energie liefern.

12. SERVICE

12.1. GARANTIELEISTUNGEN

Entsprechend unseren allgemeinen Geschäftsbedingungen wird auf dieses Messgerät eine Garantie für Material- und Herstellfehler geleistet. Während der Garantiezeit repariert oder ersetzt der Hersteller nach seiner Wahl alle defekten Teile oder das komplette Gerät.

Wenn das Messgerät an den Kundendienst oder an den Händler eingesandt werden muss, übernimmt der Käufer die Rücksendekosten. Die Transportkosten des reparierten oder ausgetauschten Geräts, werden nach Vereinbarung übernommen. Der Rücksendung muss immer ein Fehlerbericht beiliegen. Zur Rücksendung ist die Originalverpackung zu benutzen. Transportschäden aufgrund unzureichender Verpackung gehen zu Lasten des Kunden. Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Personen- und/oder Sachschäden.

In den folgenden Fällen wird keine Garantie geleistet:

- Reparatur oder Ersatz von Zubehör und Batterien (auf letztere wird keine Garantie gewährt)
- Reparatur infolge Messgerätemissbrauch oder Benutzung zusammen mit inkompatiblen Vorrichtungen.
- Reparaturen, die wegen mangelhafter Verpackung erforderlich werden.
- Reparaturen, die infolge von Wartungsarbeiten oder Eingriffen Unbefugter erforderlich werden.
- Wenn Änderungen ohne Erlaubnis des Herstellers am Messgerät vorgenommen werden.
- Wenn das Messgerät zur Arbeiten benutzt wird, die weder in seinen Spezifikationen noch in der Bedienungsanleitung vorgesehen sind.

Ohne ausdrückliche Erlaubnis des Herstellers sind jede Art Kopien und Reproduktionen dieses Handbuchs untersagt.

Unsere sämtlichen Erzeugnisse sind patent- und warenzeichenrechtlich geschützt. Der Hersteller behält sich das Recht vor, Produktspezifikationen und Preise infolge technischer Verbesserungen ohne Vorankündigung zu verändern.

12.2. KUNDENDIENST

Sollte dieses Messgerät fehlerhaft arbeiten, überprüfen Sie bitte sowohl die Anschluss- wie auch die Prüfleitungen und wechseln diese aus, bevor Sie den Kundendienst anrufen. Sollte das Gerät weiterhin fehlerhaft arbeiten, prüfen Sie bitte den Messaufbau auf Übereinstimmung mit den Hinweisen in diesem Handbuch.

Wenn das Messgerät an den Kundendienst oder an den Händler eingesandt werden muss, übernimmt der Käufer die Rücksendekosten. Die Transportkosten des reparierten oder ausgetauschten Geräts, werden nach Vereinbarung übernommen. Der Rücksendung muss immer ein Fehlerbericht beiliegen. Zur Rücksendung ist die Originalverpackung zu benutzen. Transportschäden aufgrund unzureichender Verpackung gehen zu Lasten des Kunden.